# NUOVE SPERIENZE
# IDRAULICHE

## FATTE NE' CANALI, E NE' FIUMI

*Per verificare le principali Leggi e Fenomeni delle Acque correnti*

DELL' ABATE

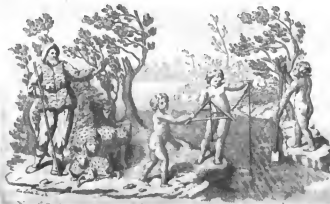
## LEONARDO XIMENES

MATEMATICO DI S. A. R.

SOCIO DELLA REGIA ACCADEMIA DI PIETROBURGO, E CORRISPONDENTE DELL'ACCADEMIA DELLE SCIENZE DI PARIGI ec.

*DEDICATE ALLA R. A. S.*

## PIETRO LEOPOLDO

ARCIDUCA D'AUSTRIA GRAN-DUCA DI TOSCANA ec. ec. ec.

IN SIENA MDCCLXXX.

NELLA STAMPERÌA DI LUIGI, E BENEDETTO BINDI

*Con Licenza de' Superiori.*

# LETTERA DEDICATORIA

*INDIRIZZATA ALLA R. A. S.*

# PIETRO LEOPOLDO

ARCIDUCA D'AUSTRIA GRAN-DUCA DI TOSCANA, FELICEMENTE REGNANTE ec.

## *ALTEZZA REALE*

*LE Nuove Sperienze Idrauliche, che io consacro al Glorioso nome della R. A. V., pare, che da se medesime vengano tributarie al suo Augustissimo Tro-*

*Trono? Poichè, o si consideri la loro prima idea, o si riguardi la loro esecuzione, e compimento, il tutto dee con giustizia attribuirsi alla di Lei sovrana beneficenza.*

*Le operazioni Idrodinamiche, di cui sono stato io incaricato dal primo suo avvenimento al Soglio della Toscana fino al presente giorno, mi anno obbligato ad esaminare profondamente la resistenza, e gli effetti de' diversi ostacoli, che si oppongono a' Fiumi, o per difendere le loro ripe colle adiacenti Campagne, o per correggere il vizioso andamento de' medesimi, o per obbligargli a piegare il loro corso, dove esige il bisogno delle loro acque refrigeranti. Ed essendo diverse le loro resistenze, quando direttamen-*

*te*

*te si oppongono agli urti del Fiume, o quando obbliquamente ne raddolciscono le percosse, ho dovuto perciò esaminare qual sia il vero valor delle prime, e le diminuzioni delle seconde. Non erano bastanti per le une, e per le altre le Teorìe, e le sperienze degli Autori, che ne avevano intrapresa la discussione prima di me. Per la qual cosa mi è venuto in pensiero di interrogar la Natura con un grandissimo numero di Esperienze fatte ne Canali artificiali, e ne' Fiumi dalla natura formati.*

*Non era men necessario il fissare il vero metodo, per ben determinare la portata de' Fiumi, essendo questo il primo Problema, che seco trae gli altri senza numero, che esigono le va-*

rie circostanze delle perizie Idrauliche. Come mai possono risolversi le malagevoli questioni intorno all' unione, e diramazione de' Fiumi, se prima non se ne determinano le portate?

Come potrà calcolarsi la vera solidità, e resistenza degli ostacoli, se prima non si sappiano le forze impiegate dal Fiume? e queste esigono similmente la certezza della portata, e della velocità.

Erano adunque i due Elementi fondamentali dell' Idrodinamica la resistenza degli ostacoli, e la portata de' Fiumi, e questi appunto sono stati lo scopo delle mie nuove sperienze, alle quali mi ha obbligato quella direzione a me accordata dalla sua Sovrana Clemenza.

Que-

*Questa stessa direzione mi ha somministrati tutti i mezzi valevoli, per eseguire le idee già concepite. Giacchè dovendo io operare secondo gli ordini della* REALE ALTEZZA VOSTRA, *o ne' Canali artificiali, da me medesimo escavati, o ne' Fiumi riparati, e regolati secondo le sue mire Sovrane, io ho potuto in essi eseguire le descritte sperienze, e secondo esse collocare i pennelli, i dentelli, le palizzate, per rilevarne gli effetti desiderati. Questi hanno corrisposto pienamente alle mire, che se ne aveva, e così hanno confermate co' fatti le sperienze medesime, e le nuove Teorìe ad esse appoggiate.*

*Ecco, che così l' Opera mia tutta sperimentale, con pieno diritto può dirsi*

*della*

*della R. A. V., e se da essa alcun vantaggio se ne dedurrà per il più certo regolamento de' Fiumi (il che par, che debba succedere) questo, non tanto alle mie ricerche, e fatiche, quanto alla R. A. V. se ne dovrà eternamente la gloria, e la riconoscenza.*

*Le quali cose essendo evidenti, non potrò io mai dubitare del Suo Real gradimento. Poichè la R. A. V. nell' accettar l'Opera presente, dovrà riguardarla, non come mia, ma come sua, non come un effetto delle mie fatiche, ma come un frutto della sua benefica Protezione, e de' suoi Sovrani comandi.*

*Mi conferma pure nella speranza del suo special gradimento il promuovere, che la R. A. V. sempre ha fatto*

*to del metodo sperimentale, non essendo ad altro indirizzata la grandiosa spesa del suo Gabinetto, se non che ad illustrare la Storia naturale, l'Ornitologia, l'Anatomia, e finalmente la Fisica sperimentale, della quale se ne ammirano le macchine più ingegnose, ed interessanti.*

*Animato adunque da una doppia fiducia, ardisco di presentarle quest' Opera, non solo alla R. A. V. dovuta per tanti titoli, ma di più conformissima alle sue Filosofiche Reali intraprese; mentre nell'atto della più profonda venerazione mi appresso al bacio del Suo Manto Reale.*

Firenze il dì 26. Dicembre 1779.

*Umilifs. Devotifs., ed Obed. Servo, e Suddito*
LEONARDO XIMENES.

# *INTRODUZIONE*

## ALLE NUOVE SPERIENZE.

IL metodo ſperimentale troppo è benemerito dell' avanzamento delle Scienze, e delle Arti, e molto più di quelle Scienze, e di quelle Arti, che ſono le più utili a biſogni, ed a commodi dell' umana ſocietà. Non vi è chi non ſappia, quanto l'arte delle ſperienze abbia giovato, e giovi ogni dì più all' Architettura Civile, all' Architettura Navale, alla Fiſica, alla Chimica, e fino all' Agricoltura. L' Accademia Fiorentina detta *del Cimento* fece mutar faccia alla Fiſica nell' Italia, e dalle pure Ipoteſi ſpeſſo affatto arbitrarie, ſi fece paſſaggio alla realtà de' Fenomeni, e delle vere proprietà de' noſtri Corpi terreſtri. Lo ſteſſo è accaduto ne' più culti Regni, e Provincie dell' Europa.

Che ſe tal metodo ſperimentale foſſe ſtato applicato generalmente a tutte le ſcienze, che ne ſon capaci, eſſe ſarebbono aſſai più avanzate, che ora non ſono. Diceſi aſſai avanzata l' Arte Idraulica in quella ſua parte, che riguarda il movimento delle acque correnti, o ne' Canali artificiali, o ne' Fiumi regolati dalla natura, ed un poco alterati dall' arte. Le tante raccolte delle Opere degli Autori, che ſu tal movimento hanno ſcritto, par che comprovino un tale avanzamento. Pure

con tutta l'apparenza di così numerosi volumi, chi esamina a fondo le dottrine, che esse contengono, troverà più Teorie involte ancora in Ipotesi, che hanno bisogno di esser verificate. Vi sono le stesse cose ripetute più volte o da medesimi, o da diversi Autori, che aumentano i volumi. Pochissime sono in tanti libri le sperienze relative al movimento delle acque, e queste lasciano le stesse dubbiezze, che prima agitavano gli Scrittori Idraulici. In una parola l'avanzamento della dottrina sul movimento delle acque è molto più piccolo, che non dimostra l'apparato di un grande stuolo di Tomi stampati, e ristampati.

L'oggetto adunque di questo mio volume altro non è, che quello di esaminare col metodo sperimentale alcune Ipotesi fondamentali, sulle quali si appoggia, e sostiene la dottrina delle acque correnti. La loro giusta misura è stato lo studio di quasi gli ultimi due secoli, ma questa misura fino al giorno presente vien dedotta dalle diverse Ipotesi, che gli Scrittori hanno immaginate. Le velocità con cui muovonsi gli Strati de' fluidi dalla lor superficie fino al fondo, sono un elemento indispensabile alla misura delle acque correnti. Se esse avessero una costante velocità dalla superficie fino al fondo, e dal filone di mezzo verso le due Ripe, niente sarebbe più facile, che la ricercata misura. Una, o più Sezioni ben misurate, e similmente qualche Galleggiante, che in un tempo osservato corresse un determinato viaggio, sarebbe sufficientissimo alla dimensione della portata de' Fiumi, o de' Canali. Ma i primi Autori si avvidero subito, che le velocità erano variabili, e pensarono d'inventare delle leggi, e delle curve, per bene espri-

esprimere la Serie di tali velocità. Chi si rivolse alla scala triangolare, e chi alla Parabolica. Il Castelli immaginò la prima, ed il Guglielmini si prevalse della seconda. Amendue questi rinomati Scrittori rappresentano le velocità degli Strati sempre crescenti dalla superficie fino al fondo. Il primo fa crescere tali velocità secondo le semiordinate triangolari, ed il secondo per le semiordinate paraboliche. L'uno, e l'altro colloca il vertice della respettiva figura sopra la superficie dell'acqua ad altezza tale, che possa generare la velocità della superficie, e da essa fino al fondo vanno aumentando le velocità secondo le due scale. Così la somma delle velocità secondo il primo desumesi dal Triangolo troncato, e per parere del secondo dalla Parabola pur troncata, dalla superficie del fluido fino al suo vertice. Ognun sa, che riquadrando tali figure, e poi dividendo tali riquadrature per l'altezza del fluido, viene ad ottenersi la velocità media, che secondo quelle Ipotesi ci fa conoscere la portata del Fiume. Così per più di un secolo è stata calcolata una tal portata in un gran numero di perizie, sulle questioni del Reno Bolognese, e su tante altre questioni trattate nelle Raccolte delle acque correnti. E quantunque da un mezzo secolo in quà siasi da Scrittori autorevoli sospettato, ed in parte comprovato, che le velocità da un certo punto verso il fondo, in vece di crescere secondo i primi insegnamenti, piuttosto diminuivano, pure non si è abbandonata ancora la legge parabolica, credendosi forse, che quelle diminuzioni siano accidentali, e cagionate dalla resistenza del fondo, per i soffregamenti delle particelle aquee, che cagionavano un ritardo.

Met-

Mettendo insieme le sperienze dello Zondrini, e del Pitot, nell' anno 1769., fu da me avvertito il Pubblico, che le Ipotesi della scala triangolare, e della Parabolica si opponevano alle più certe, e sensate sperienze de' due mentovati Scrittori (a), e che a voler salvare tali fenomeni conveniva o abbandonare, o modificare le dette Ipotesi. Per giugnerne a capo fu da me introdotta in quell' Opuscolo la considerazione delle resistenze, che dovevano soffrire gli Strati inferiori de' Fiumi, aggravati da tutti gli Strati superiori. La resistenza del fondo non mi pareva sufficiente per un ritardo così notabile, come accennavano le sperienze. Se ancora si accordi, che il moto dell' ultimo infimo Strato sia tenuissimo, questo non poteva ritardare sensibilmente gli Strati contigui, che ad una piccola profondità. Se il fondo si concepisse di liscio cristallo, i suoi attriti col fluido dovrebbero esser piccoli. Se adunque si concepisca uno Strato aqueo, che rivesta tutto il fondo, e divenga il fondo del Fiume, sopra tale Strato gli altri Strati superiori dovevano poco, o nulla perdere della primitiva lor velocità. Come adunque può stare, che a più piedi di altezza dal fondo la velocità in vece di esser maggiore, rilevasi minore, che negli Strati superiori, e nella stessa superficie dove la velocità facevasi minore?

Per tali considerazioni furono da me introdotte le scale delle resistenze, o delle diminuite velocità, secondo le Ipotesi, che potranno leggersi in detto Opuscolo. Combinando insieme le scale delle primitive velocità, che dalla superficie al fondo vanno aumentando, colle sca-

(a) Nella Prefazione al mio Opuscolo sull' unione, e diramazione de' Fiumi, stampato nel 1769. negli Atti dell' Accademia de Fisiocritici di Siena.

ſcale, che diminuiſcono le ſteſſe velocità ſecondo le ſemiordinate di una curva, mi venne fatto di trovare, che colla combinazione delle due curve, una delle quali faceva creſcere, e l'altra faceva diminuire le velocità dall' imo al ſommo, venivano felicemente a ſpiegarſi i fenomeni oſſervati; e che così la Teorìa, e l'eſperienza potevano trovarſi d'accordo.

Ma tutte queſte nel detto anno 1769. altro non erano, che pure Ipoteſi da me deſcritte come tali, le quali però meglio delle altre ſpiegavano le attuali velocità delle noſtre acque correnti. Io non mi ſono prefiſſo giammai di riſolvere il Problema delle reſiſtenze, che gli Strati inferiori riſentivano dal peſo delle Colonne ſuperiori, ma ſolo di eſprimere per ſemplice Ipoteſi colle ſemiordinate di qualche curva le velocità eſtinte per dette reſiſtenze. Nel detto Opuſcolo io mi rimetto all'eſperienza il verificare, o variare tali Ipoteſi, ed alla medeſima io me ne appello ancor di preſente. E' paſſato il corſo di anni nove, dopo de' quali mi è riuſcito di eſeguire l'eſperienze allora indicate. Sicchè una parte delle mie eſperienze anno per oggetto di ricercare la vera ſcala, o legge delle attuali velocità degli Strati aquei dalla ſuperficie fino al fondo. Tali ſperienze ſaranno regiſtrate nel Libro I., ed i loro riſultati nel Libro III.

Dalla prima ricerca ſulla legge delle inferiori velocità, ho fatto paſſaggio colle mie ſperienze a rintracciar la ſeconda legge, intorno alle impreſſioni de' fluidi ſopra un coſtante oſtacolo, rivoltato alla corrente ora direttamente, ed ora obliquamente con diverſi angoli di obliquità. Non vi è legge più importante di que-

questa, o per ben calcolare i ripari, che si adattano a Fiumi, o per conteggiare la forza del fluido impellente sopra le ale oblique delle macchine Idrauliche. Ma finora noi non sappiamo, se le impulsioni sugli obliqui ostacoli debbano diminuirsi secondo la ragion semplice de' seni degli angoli d'incidenza, o secondo la ragion duplicata de' medesimi seni. L'opinion comune ammette la ragion duplicata. Sopra di che molti, ed ingegnosi tentativi anno fatto in Francia l'anno 1777., que' tre Chiarissimi Accademici destinati da S. M. per esaminare le condizioni de' Canali navigabili. In tale occasione essi con alcuni Battelli collocati a diversi angoli rispetto alla corrente di Canali, anno esaminato il Teorema della ragion duplicata di detti seni. Ed anno ritrovato, che quando gli angoli d'incidenza sono assai grandi, le sperienze non molto si scostavano da tal Teorema. Ma non era già così, quando gli angoli d'incidenza eran piccoli. Poichè allora la potenza, che meglio corrispondeva alle sperienze, era molto minore de' quadrati (a). Una Ventola che gira intorno ad un centro, e che somministra tutti gli angoli di obliquità, mi ha dato luogo di fare un numero assai grande di sperienze, dalle quali concordemente risulta, che la legge delle resistenze non può regolarsi con alcuna potenza, o suo esponente o rotto, o intero, il quale se corrisponde a più piccoli angoli, mal corrisponde a maggiori, e se al contrario a questi si adatta, non può adattarsi a minori. Onde la Teoria non può mai desumersi da una co-

(a) Veggasi il Tomo intitolato Nouvelles espériences sur la résistence des fluides &c. par Messieurs D'Alembert, le Marquis de Condorcet, & l'Abbé Bossut a Paris 1777.

costante potenza de' seni, ma dee rintracciarsi in una curva, che incontra il quadrante in tre punti, e lo taglia tra gradi 30, e 40, come si vedrà al Libro III.

Per dar compimento alla vera misura delle acque correnti, mi pareva indispensabile una terza ricerca sulle diminuzioni delle velocità superficiali dal filone di mezzo del Fiume alle sue Ripe destra, e sinistra. Tutti riconoscono una tal diminuzione, tutti possono agevolmente osservarla per esser notabilissima, ma poco caso ne hanno fatto, credendola originata dalle maggiori resistenze del fondo. Ma perchè mai le resistenze del fondo più vicino alle Ripe anno a dirsi maggiori? il Cilindro aqueo gravitante nel mezzo è di altezza maggiore. Le resistenze crescono in parità delle altre cose in ragione de' pesi comprimenti un fondo scabroso. Onde per questa parte, le resistenze alle maggiori profondità dovrebbono esser maggiori, e non minori, e così le minori colonne aquee gravitanti verso le Ripe dovrebbono risentire minor resistenza, e perciò minor ritardamento di velocità. L'obliquità del fondo potrebbe dare una spiegazione a maggiori ritardi. Un cilindro aqueo nel mezzo della concavità dell'alveo posa quasi in piano orizzontale, ma per la natura della curva verso le Ripe, il cilindro poserà sopra un pianetto obliquo, e tale obliquità presenta una maggior superficie. Questa spiegazione è di apparenza maggiore, ma pur essa è vacillante, giacchè per molte sperienze fisiche sappiamo, che un peso gravitante sopra una superficie, o essa sia maggiore, o minore, purchè il peso sia costante, risente o affatto, o quasi la stessa resistenza. Onde applicando tali sperienze alle colonne aquee gravitanti per l'obliquità

del fondo su di una maggior superficie, il divario è nullo, o almeno tenuissimo, e così non è capace a produrre un effetto notabilissimo, quale si osserva nella gran diminuzione della velocità verso le Ripe.

A tutto questo si aggiunga, che in assaissime esperienze da me fatte con galleggianti gettati a certe distanze dal filone verso le Ripe, ho rilevato certa gradazione di velocità, che non era affatto irregolare, ma che andava diminuendo con qualche legge, che non era facile a stabilire. Mi pareva, che la profondità de' Cilindri aquei, che si fa sempre minore, fino ad annientarsi alle Ripe, avesse un qualche rapporto colle velocità laterali. Ma co' Galleggianti è impossibile il fissare un tal rapporto. Poichè quantunque i Galleggianti si gettino a punti equidistanti dal mezzo, ed a distanze uguali, pure essi vanno piegando ora a destra, ed ora a sinistra, mutando sempre le respettive distanze. Onde fa duopo di trovare, e maneggiare qualche macchinetta, che nei punti, che si vogliono, ci manifesti la velocità.

Adunque variando la velocità dal Filone verso le Ripe con legge che ignoriamo, e cambiando essa pure dalla superficie fino al fondo con altra legge pure ignorata, come mai potremo rinvenire la velocità ragguagliata, che ci possa far conoscere la quantità del fluido, che in un dato tempo passa per una data Sezione? Ecco adunque, che uno de' fondamentali problemi dell' Idraulica è da noi ignorato, per esserci occulte le due leggi, o le due scale, da cui si desumono le medie velocità de' Fiumi.

Ora ciascuno bene si accorgerà, che alle tre menzionate ricerche convien premetterne un' altra, che consiste

ſiſte nel trovare una macchina la più adattata di tutte, per inveſtigare colla maggior preciſione poſſibile le velocità, e le impreſſioni del fluido a qualunque dato punto di un Fiume, o di un Canale. La Storia de' diverſi ritrovati per miſurare tali velocità è ſtata da me accennata nella mia *Diſſertazione Meccanica* ſopra gl'Iſtrumenti per determinare la velocità delle acque, e de' Venti (*a*). Ivi ho eſaminati i difetti della Fiaſca Idrometrica, la quale non ci paleſa la velocità, che cerchiamo, ma bensì un'altra, che naſce dalle preſſioni, e gravitazioni del fluido dentro il recipiente voto. In fatti in tale iſtrumento le velocità della ſuperficie, che ſono conſiderabiliſſime, ci ſi moſtrano per nulle, e quelle al contrario, che alle maggiori profondità ſono minori, ci ſi preſentano per conſiderabili, ſegno evidente, che non già le attuali velocità degli Strati, ma bensì la gravitazione di un fluido, che ſi appoggia alle pareti eſteriori del vaſo, è quella, che agiſce, e che genera le velocità.

E' ſtata fatta ricordanza del Siſone ricurvo del Sig. Pitot, ed è ſtato rilevato, che il ſuo effetto nelle piccole velocità è aſſai inſenſibile, ed in tal ſua inſenſibilità è alterato dalle oſcillazioni del fluido, e dalle attrazioni di eſſo, colle interne pareti del tubo.

Finalmente nello ſteſſo Opuſcolo è ſtato eſaminato il Quadrante Idraulico, rilevando in eſſo la ſua ſenſibilità, ma facendo nel tempo medeſimo conoſcere la ſua imperfezione di ſomminiſtrarci le velocità reſpettive, ma non già le aſſolute. Correggendo poi tale imperfezione, è ſtato da me riſoluto il Problema per ſer-



(*a*) Firenze alla Stamperia Imperiale 1752.

virci del Quadrante, per rinvenire le velocità assolute, dato che sia il Diametro, e la specifica gravità del globo sospeso col suo filo al centro del Quadrante.

Dopo tal tempo ha scritto sopra lo stesso argomento con eleganza il Chiarissimo Sig. Colonnello Lorgna, che tralle sue sette Memorie Idrauliche, una ne ha consacrata alla ricerca di tale istrumento, per mezzo di un emisfero ritenuto da funicella, ed abbandonato alle impressioni del fluido, le quali misurandosi, ci danno l'idea delle velocità o superficiali, o inferiori alla superficie (*a*).

Finora il Quadrante, e l'Emisfero Idraulico sono i migliori istrumenti per la ricerca delle velocità. Ma nè il primo, nè il secondo erano adattati per la misura delle impressioni oblique de' fluidi. E quantunque essi siano i migliori degli altri assai più difettosi, pure contengono in se qualche difficoltà, per mettergli in opera.

Per la qual cosa mi è caduto in pensiero d'immaginare un'altra macchinetta, che ho denominato *Ventola Idraulica* per la somiglianza, che essa ha alle Banderuole, che si mettono ne' luoghi elevati, per indicare la direzione de' Venti. Dalla sua descrizione, che riporterò al Libro I. Articolo I., e dalle sperienze numerose con essa praticate, che descrivo all' Art. III., IV. ec., ciascuno sarà in grado di giudicare, se tale istrumento sia sensibile, o no alle piccole azioni del fluido, se essa sia capace di darci il valore delle impulsioni oblique, ugualmente che delle dirette, se calata la Ventola a diverse profondità, ci palesi con certezza le diverse gradazioni delle velocità, se ella ci metta bene sotto degli

occhi

(*a*) Memorie.

occhi le diverſe, e continue oſcillazioni, che agitano gli Strati del fluido, tanto nella ſuperficie, che nelle differenti profondità. In ſomma, ſe eſſa ſia al caſo per quelle ricerche, alle quali da me è ſtata penſata, e deſtinata.

Queſta ſteſſa Ventola ſi adopera in due modi, cioè colla ſua poſizione verticale, e colla poſizione orizzontale, adattandola a due diverſi Caſtelli.

Nell'una, e nell'altra poſizione può ſervirci per determinare pur la forza, e la velocità de' Venti, per la quale ancora la Fiſica non ha mezzi, e maniere per ben definirla.

Queſto concetto della Ventola è ſtato da me immaginato non ſolo per le più facili velocità de' Canali artefatti, ma, (che è impreſa più malagevole) per avere le velocità delle piene de' Fiumi, giacchè finora le noſtre Sperienze Idrauliche ſono ſtate confinate a piccoli Canali, che ci danno una regola aſſai limitata. Convien portare le noſtre vedute alla natura de' Fiumi in grande, ed alle lor piene, che ſono l'oggetto maggiore dell' Architettura Idraulica. Se le maſſime piene ſon tanto ſtrabocchevoli, che ricuſano le noſtre miſure, non ſono così le piene mezzane, nelle quali può bene applicarſi la Ventola Idraulica con buon ſucceſſo. Noi veggiamo enormemente creſcere le velocità delle piene dalle minori alle maggiori, ma non ne ſappiamo la legge onde eſſe creſcono. Quando gli Autori anno computate le portate de' Fiumi in piena, come anno eſſi fatto per trovare la velocità della ſuperficie, e poi le velocità inferiori degli Strati? Di queſti due Elementi noi ne ignoriamo il valore, e pure pretendiamo con Ipoteſi ideali

di

di ſtabilir le portate o aſſolute, o riſpettive de' Fiumi in piena. Ci luſinghiamo di ſaper tutto in queſta materia, e convien confeſſare, che molto ne ignoriamo.

Io procurerò in queſto Opuſcolo di rintracciare quegli elementi, che ci poſſono iſtradare alla ſoluzione di queſti Problemi Idraulici, e ſe le mie ſperienze, ed i miei raziocinj non otterranno pienamente l'intento, almeno eſſi ci accoſteranno più, che ora non ſiamo, allo ſcopo di poter calcolare la miſura delle acque correnti, con metodi reali, quali ſon quelli, che ſon fondati ſulla ſperienza.

Prima di metter termine alla preſente introduzione, non laſcerò di avvertire, che nell'eſaminare a forza di ſperimenti le prime tre leggi Idrauliche, mi ſi è fatta innanzi ancora la quarta, cioè ſe ſuſſiſta che le velocità delle acque correnti ſiano uguali a quelle generate da un'altezza di fluido, che col ſuo peſo equilibraſſe la reſiſtenza dell'oſtacolo alla corrente, che lo ſoſpinge. Il Sifone del Sig. Pitot ci ha data una chiara idea di queſta legge. Poichè le impreſſioni delle acque correnti ricevute dall'orificio inferiore del Sifone ricurvo, facevano elevare la ſuperiore ſuperficie del medeſimo ſopra il fluido eſteriore di un'altezza tale, che eſſa poteva generare, e generava quella ſteſſa velocità, che teneva ſoſpeſo quel fluido. Su tal ſuppoſto egli ha calcolate le velocità, e paſſando dall'eſperienza alla Teorìa, e da queſta alla prima, ha fondato il ſuo metodo ſopra un tal Teorema. Queſto ſteſſo Teorema anno confermato, e mirabilmente ſtabilito que'tre Illuſtri Accademici pur ora accennati.

Io

Io medesimo mi son prevaluto dello stesso Teorema, in una lunga mia perizia sul Canal Maestro della Val di Chiana l'anno 1767., nel quale oltre alle altre osservazioni, rapporto quella de' famosi Ponti di Arezzo, i quali essendo di luce angustissima rispetto alle Sezioni superiori, ed inferiori del sopraddetto Canale, si formava un rincollo, o rigurgito nelle parti superiori. Era questione a qual altezza giugnesse l'effetto di tale ostacolo. Ed in tal circostanza fu da me sciolto il Problema, determinando tale altezza per mezzo delle accelerate velocità delle acque, per passare sotto l'angustia di que' Ponti, i quali poi furon demoliti, ed in vece di essi è stato fabbricato un Ponte di una sola luce, e di larghezza, e profondità molto maggiore della prima. L'effetto è stato a tutti visibile. La mia perizia scritta in quell'anno 1767. è nelle mani di Ministri della Sacra Religione di S. Stefano, o del Reale Scrittojo delle Possessioni.

Nel fare adunque le Sperienze Idrauliche colla *Ventola*, mi sono avveduto esser questa macchinetta molto a proposito, per verificare col fatto il presente Teorema, come potrà vedersi nel Libro III. di quest' Opuscolo. Resterà così esclusa l'opposta opinione di Celebri Scrittori d'Idrodinamica, che per il valore della resistenza esigono il peso del fluido, elevato ad altezza doppia di quella, che genera la velocità, colla quale il fluido va ad investire la data superficie del solido.

Mi giova pure di avvertire non esser ora la prima volta, che io rintraccio le velocità delle acque correnti per mezzo de' pesi. Poichè nella citata mia Dissertazione Meccanica pubblicata, come è stato detto nel 1752. io

pro-

propongo appunto di esplorare la velocità per mezzo de' pesi adattati a due macchinette. La prima è la Stadera a molla, e la seconda un Tamburo con ruote, e ventola, a cui attaccando la funicella possa conoscersi il peso, che fa equilibrio colla forza del fluido, come potrà riconoscersi dalla lettura degli ultimi articoli di tal mia *Dissertazione Meccanica*.

Dividerò il presente Opuscolo in tre libri. Nel primo descriverò tutte le parti della *Ventola Idraulica*, e poi la Serie delle sperienze finora eseguite, la qual Serie dividerò in tre parti. La prima descriverà la Storia delle Sperienze, fatte con essa in un Canal Reale del Lago di Castiglione. La seconda riporterà la Serie delle prime sperienze, fatte sul Fiume Arno poco sotto allo sbocco del Canale della Gusciana. La terza finalmente metterà in veduta gli ultimi esperimenti, fatti con diversa Ventola in un altro punto del Fiume Arno, presso alla Cateratta del *Bufalo*.

Dalla Storia di tutte le narrate sperienze, passerò nel Libro II. alle riduzioni delle medesime, che molte sono, e molto rilevanti, e posson giovare per altre somiglianti sperienze, e per molti Problemi Idraulici assai interessanti nel regolamento de' Fiumi.

Liberate così l'esperienze colle riduzioni del Libro II., oltrepasso nel Libro III. a sciogliere tutte le questioni di Teorla, e di pratica, che mi era proposto a risolvere con questi nuovi esperimenti, come potrà rilevarsi dall'indice delle medesime.

IN-

# *INDICE*

## DEGLI ARTICOLI

*Che si contengono nell' Opera presente.*

## LIBRO PRIMO.

AR-

### ARTICOLO V.



### ARTICOLO VI.



### ARTICOLO VII.



### ARTICOLO VIII.



## LIBRO TERZO.



### ARTICOLO I.



### ARTICOLO II.



### ARTICOLO III.

LI-

# LIBRO I.

*Nel quale si contiene la descrizione del Castello, e della Ventola Idraulica, e tutte l'Esperienze con essa eseguite, prima nel Canal Reale del Lago di Castiglione, e poi nel Fiume Arno sopra la Terra di Pontadera.*

## ARTICOLO I.

*Descrizione del Castello, e della Ventola Idraulica.*

*Num.* 1. DUe qualità di Castelli sono state da me adoperate per raccomandare a medesimi l'albero, la Ventola, e l'indice de' gradi.

Il primo Castello adoperato nel Canal Reale del Lago di Castiglione è di figura triangolare, e di altezza molto minore, che non è il gran Castello adoperato sul Fiume Arno, il quale per maggiore stabilità fu formato con pianta quadrata. Incominciando ora dal primo; sia nella figura I, Castello I, un tal Castello rap-

presentato dalle Lettere S, N, O, T, P, nel quale le tre colonne del Castello sono N O, S t, r T, le quali restano insiem collegate co' due triangoli di legno, il primo de quali è inferiore T O t, ed il secondo è superiore S N r. Le dette colonne, e le due piante triangolari sono bene intaccate, ed incastrate tra di loro, affinchè restino stabilmente consolidate senza fare alcun movimento nel tempo delle esperienze. Nella pianta inferiore T O t vi è un ricinto di regoli, per poter reggere il peso de' molti sassi, che vanno aggravati in detto fondo, per tener fermo il Castello nel tempo delle esperienze contro l'impeto delle acque correnti. E siccome le tre colonne restano colle loro estremità inferiori alla pianta triangolare, le dette estremità O N, T Y s'immergono nel fondo del Canale, o del Fiume, non solo per la forza del peso aggravavato sulla pianta inferiore, ma ancora per la forza degli Uomini, che l'obbligano a discendere, finchè la pianta inferiore vada a contatto col fondo del Fiume. Oltrepassando poi al Triangolo superiore S N r, esso non solo è necessario per collegare il Castello, ma ancora per sostenere il centro superiore dell'Albero. Poichè per mezzo di una grue di ferro H G P raccomandata nel mezzo ad un arco pur di ferro n G m, vien sostenuto il pernio P dell'Albero P p, il quale nella parte inferiore si appoggia ad una staffa di ferro T p. Tanto il pernio superiore, che l'inferiore di detto albero si fanno girare su due occhi di ferro muniti di due cerchietti di ottone per minorare le resistenze.

Il detto Albero P p è di figura quadrata, per poter con tal figura ben sostener la Ventola, che co' suoi braccioli deve scorrere a maggiore, o minore altezza del detto Albero.

La

La Ventola è indicata dalle lettere B A E D di figura rettangola, ed è sostenuta da due braccioli di ferro A C, E c, i quali terminando in una figura pur quadrata pressoche uguale alla figura dell'Albero, può farsi discendere, e salire secondo il bisogno delle diverse esperienze. Ed essendo detta Ventola destinata per immergersi nelle acque correnti, si attacca alla medesima una catenuzza di ferro di lunghe maglie, affinchè o abbassando, o alzando una maglia possa sapersi quanta sia l'immersione, o emersione della Ventola. Dovendo inoltre detta Ventola farsi rivolgere ad angoli diversi, sul triangolo superiore, resta fissato un semicircolo L M I, colle sue divisioni de' gradi, il quale però resta nel suo centro incavato per lasciar libere le rivoluzioni della Ventola. Per poter contrassegnare gli angoli differenti su quali vuol collocarsi la sopraddetta Ventola, all'albero medesimo è raccomandata la lancetta, o sia l'indice de' gradi R M. Indi è che qualunque angolo faccia la Ventola A D colla direzione del fluido, o essa Ventola resti alla superficie del medesimo, o si faccia immergere verso il fondo, sempre la lancetta R M ci verrà ad indicare lo stesso angolo sulla graduazione del semicircolo.

Essendo inoltre destinata la Ventola per sostenere a qualunque angolo di obliquità le forze del fluido, e per misurare dette forze è stata aggiunta, ed incastrata sull'Albero una rotella R r con un Canaletto escavato nell'esterior sua circonferenza. A tal canaletto si avvolge una funicella, la qual poi si conduce ad una puleggia segnata V, e da essa si lascia pendere verticalmente ad una piccola altezza V Q, ed alla sua estremità si attacca un peso Q maggiore, o minore, secondo, che esigono le diverse qualità degli esperimenti. Dovrà adun-

 que

que ſuccedere, che aggravandoſi il peſo Q ſulla detta puleggia V, e paſſando tal forza per una linea orizzontale ſulla detta rotella R r, che è concentrica all'albero, ne deve riſentir l'effetto la Ventola B A, E D, la quale, o ſi voglia collocare perpendicolarmente al fluido, ovvero obliquamente riſpetto al medeſimo mutando i peſi Q, per fare equilibrio o colla ſpinta perpendicolare, o colla ſpinta obliqua della corrente, ſi conoſcerà così il valore de' peſi per reſiſtere a qualunque impulſo della medeſima in qualunque data direzione.

E perchè non è facile il ben collocare detto Caſtello nella corrente di un Fiume, o di un Canale, affinchè l'aſſe della Ventola P p paſſi per una linea verticale, è ſtato per queſto immaginato il piombino q g, che reſtando ſoſpeſo ad un certo punto g della grue di ferro, debba battere colla punta inferiore del Piombino un certo punto q, che ſi ſegna eſattamente piombando l'albero mentre eſſo è fuori dell'acqua, e poſa ſopra un pavimento orizzontale. Tale è la figura, e coſtruzione del Caſtello, e della Ventola Idraulica, ma le loro vere dimenſioni ſono come ſiegue

*Dimenſioni del Caſtello Idraulico.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| ***Num.*** 2. Altezza totale - - - - - - - | Br.ª 4. | 1. | 6. |
| Lato de due Triangoli equilateri - - - - | „ 1. | 10. | 8. |
| Altezza del piano ſuperiore all'inferiore - - | „ 3. | 12. | — |
| Altezza del piano inferiore alla ſua eſtremità | „ — | 10. | 4. |
| Lunghezza del piombino verticale - - - | „ — | 10. | 4. |
| Diſtanza dal centro dell'albero, o del pernio inferiore al reſto del Caſtello - - - - - - - | „ — | 4. | — |

*Dimen-*

## *Dimensioni della Ventola Idraulica.*

*Num.* 5. 1. Altezza dell'Albero dal pernio superiore all'inferiore - - - - - - - - - - Br.ª 4. 3. 0.

2. Calo dell'Albero in quadro - - - - - „ 0. 2. 7.

3. Circonferenza della rotella - - - - - „ 0. 14. 11.

4. Grossezza della funicella, che col peso si attaccava alla rotella - - - - - - - - - - „ 0. 0. 8.

5. Lunghezza dell'indice, o sia semidiametro del mezzo cerchio graduato - - - - - - - - „ 0. 16. 8.

6. Lunghezza della Ventola - - - - - - „ 1. 0. 0.

7. Larghezza della medesima - - - - - „ 0. 10. 0.

8. Dal centro dell'Albero al principio della Ventola - - - - - - - - - - - - - - „ 0. 4. 6.

9. Lunghezza de' due braccioli di ferro dallo spigolo dell'Albero al principio della Ventola - „ 0. 3. 0.

10. Circonferenza del pernio superiore nel punto, che girava sull'occhio - - - - - - - - „ 0. 1. 6.

Avvertasi, che il pernio inferiore era della figura di un cono, e ravvolgevasi sul rallino di metallo con una punta assai acuta.

11. Grossezza de due ferri, che sostengono la Ventola denari $8\frac{1}{2}$ per ciascuno, cioè un poco più di $\frac{3}{4}$ di soldo.

Avvertasi, che la distanza dal Centro dell'albero al principio della Ventola è di soldi $4\frac{1}{2}$, secondo il Calcolo della semidiagonale dell'albero, che è di soldi $1\frac{3}{4}$ e non soldi $1\frac{1}{2}$.

AR-

## ARTICOLO II.

*Sperienze fatte intorno alla resistenza della Ventola per girare intorno all' asse verticale.*

*Num.* 4. IL dì 17. Maggio essendo stato compito il Castello, e la Ventola Idraulica co' suoi annessi, fu attaccato un sottilissimo filo alla rotella concentrica all' Albero, e facendo passar tal filo per la puleggia di ferro imperniata nel metallo, affinchè dalla posizione orizzontale passasse alla verticale, allo stesso filo fu attaccato un pezzetto di legno di pino, il quale pesava circa oncia $1\frac{1}{2}$. Era stato il Castello talmente collocato in piano, che la Ventola venisse a fermarsi a qualunque punto si voleva, il che portò una non piccola difficoltà, giacchè calzando i piedi del Castello con biette sottilissime, che lo alzavano, o abbassavano di una decima di linea, secondo, che tali calzature si collocavano ora in un piede, ed ora in un altro, mutava subito il moto della Ventola. Ma finalmente avendo ottenuta la più precisa collocazione dell' Albero, e della Ventola, fu attaccato il pesetto di once $1\frac{1}{2}$ come è stato detto

Esso fece subito girar l' Albero, e la Ventola da una parte, e dall' altra, e riducendola a mano all' indietro, essa sempre girava secondo l' azione del peso.

Dunque il pesetto fu scemato di una mezz' oncia, e con un oncia sola si vedeva la Ventola ubbidiente al tirar del pesetto,

setto, facendo la sua intera rivoluzione, come prima, ma più lentamente.

Finalmente il pesetto dell'oncia si ridusse a danari 15, e con tal pesetto la ventola fermavasi ad ogni punto, e qualche volta secondava, qualche volta resisteva alla gravitazione de danari 15. Si fece ungere di olio purgato il pernio inferiore, e superiore, ma non per questo si guadagnò maggior facilità.

Essendo la Ventola parte di legname di pino, e parte di cerro, come sono le sue traverse, il pino è di minore specifica gravità dell'acqua, ed il cerro ha la gravità poco meno, che uguale. L'Albero fu fatto di cerro bene stagionato. Onde immergendo nell'acqua tanto la Ventola, che l'Albero, il peso respettivo totale deve esser minore del peso assoluto, e così gli attriti, e le resistenze indi cagionate devono scemare nell'atto delle nuove sperienze.

Perciò potremo esser sicuri, che per questa parte la resistenza della Ventola immersa nell'acqua dovrà esser minore di denari 15, e naturalmente non sarà la metà. Ma o sia essa di danari 15, o sia di danari $7\frac{1}{2}$, sempre dovrà dirsi tenuissima, e perciò affatto incapace di turbare i fenomeni di questa macchinetta.

Molto più ciò si avvera, quando il pesetto sia riferito non già al raggio della rotella, ma bensì al centro delle impressioni, che come si vedrà è distante dalla vertical dell'Albero circa soldi 15, quando il raggio della rotella è di soldi $2\frac{1}{2}$ prossimamente. Onde diminuendo il peso gravitante nella ragione del 15. al $2\frac{1}{2}$, cioè del 6. : 1. e ritenendo tutti i denari 15 senza alcuna diminuzione, si troveranno soli dena-

ri

ri $2\frac{1}{6}$ di resistenza riportata al centro delle impulsioni del fluido sulla superficie rettangola della Ventola. Tutto questo ci assicura dell' insensibilità di queste resistenze alle rivoluzioni della Ventola. E quando mai la delicatezza degli esperimenti, che mi accingo a tentare giugnesse a così alto segno, che denari $2\frac{1}{2}$ fossero sensibili (il che preveggo impossibile) pure ancora in tal caso potremo introdurre la riduzione per liberargli da tal resistenza.

Oltre alla resistenza, che possono generare le parti del Castello, vi è l'altra, che è cagionata dalle impulsioni del fluido, che spingendo la Ventola, ed equilibrando le sue forze col peso aggravato, obbliga i pernj dell' Albero ad un attrito proporzionale a tali forze, ma di tal genere di resistenze ne sarà trattato nel Libro II. delle riduzioni.

## ARTICOLO III.

*Prima giornata delle osservazioni, e sperienze fatte col descritto Castello, e Ventola sul Canal Reale del Lago di Castiglione.*

*Num.* 5. PEr le prime sperienze da farsi colla Ventola Idraulica è stato trascelto un largo Canale, scavato anni sono per dare il più pronto scolo al Lago di Castiglione, ne' cui fondi esso va a terminare colla sua lunghezza di miglia $2\frac{1}{4}$.

Il Ramo trascelto di tal Canale è stato fissato tral Canal del Regolatore, e la nuova Cateratta del Lago. I punti superiori

riori al Regolatore hanno maggiore irregolarità, ed i tronchi inferiori alle Cateratte, dove comincia la Fiumara, sono irregolarissimi per le loro larghezze, e profondità molto variabili da un punto all'altro. Le circostanze del Ramo trascelto son vantaggiose per la distanza del Mare, che oltrepassa il miglio. Esso è bene incassato tragli Argini, e così meno risente l'impressione de Venti. E' pur difeso dall'alta fabbrica della Cateratta, che viene a parare l'impressione de Venti Marini.

Le Acque son chiarissime, come quelle, che son depurate dall'attraversare tutta la lunghezza del Lago, che è di miglia 9. Le larghezze, e le profondità delle acque sono adattate a queste prime sperienze, le quali poi vanno ripetute a larghezze, e profondità maggiori.

Le Maree del Mar Toscano non sono insensibili come molti hanno scritto, ma non son neppur tanto grandi da far temere delle variazioni considerabili nel corso delle esperienze.

La differenza tra la bassa, ed alta Marea nel dì 21. 22. e 23. non oltrepassa i pollici nove, e qualunque siasi il divario, che tal Marea potesse cagionare, se ne dovrà tener conto col solito Istrumento, col quale io ho osservato tale Maree per più mesi.

L'opportunità maggiore di questo ramo di Canale, si è, che il suo fondo sino alla soglia murata dalla Cateratta pende circa soldi 5. in braccia 216, come si vedrà. Questo declive era necessario per quella classe di sperienze, che mi son proposto di fare per le diverse velocità di diversi strati del fluido dalla sua superficie sino al suo fondo, giacchè in alcune informi esperienze, che sono state fatte prima di me, non siamo assicurati bene, che i fondi de Fiumi non fossero morti.

B Fatta

Fatta per tali ragioni la ſcelta del Canale, e fiſſato il giorno innanzi il Caſtello, e la Ventola nel mezzo del Canale, alle ore 8 minuti 48 fu miſurata la profondità delle acque ſulla ſoglia di mezzo della Cateratta, e fu trovata per replicate ſperienze di braccia 2. ſoldi 11.

A ore 9. min. 3. fu miſurato il pelo dell'acqua attuale col ſolito ſtrumento delle Maree, e fu trovato a piedi 2, pollici 4, linee 6 miſura parigina, avvertendo, che ſi contano i numeri dall'alto al baſſo.

Avendo ſtabilito il Caſtello nel punto già indicato, furono miſurate braccia 64 tanto nella parte ſuperiore, che nell' inferiore del Canale.

Amendue le Sezioni erano quaſi uguali, avendo la lor lunghezza di braccia 26. Fiorentine.

La lor maggior profondità di braccia 2. ſoldi 10. E queſte profondità ſi mantenevano per una certa lunghezza a deſtra, e a ſiniſtra.

Dopo di che il fondo cominciavaſi a rialzare gradatamente a deſtra, e ſiniſtra, diminuendo di circa due, o tre ſoldi in braccia 3. di lunghezza, finchè accoſtandoſi alle ripe, il rialzamento del fondo era molto maggiore, riducendoſi alla fine colla ſcarpa naturale di braccio per braccio.

Potrà aſſumerſi la media larghezza di tali Sezioni di braccia 23⅓, e la profondità media di braccia 2, in modo tale, che la riquadratura di ciaſcuna Sezione era all'incirca di braccia quadrate 47.

Diminuiva però tal Sezione, o creſceva di uno, o di due pollici al più, ſecondo che ſarà indicato nel decorſo delle mie ſperienze.

PRI-

## PRIMA CLASSE

*Di ſperienze fatte nel Canale tra i deſcritti due punti ſuperiore, ed inferiore, per dedurre la Velocità delle acque nel filone di mezzo dove era il Caſtello coll' uſo de Galleggianti.*

*Num. 6.* Sperienza I. Il Galleggiante paſsò nel mezzo del Canale in minuti - - - - - - - - - - - 3'. 15" per la lunghezza di braccia 128.

Sperienza II. Furono gettati inſieme un pezzetto di legno ſecco, ed un giunco verde, e peſante. Il primo paſsò in - 3'. 24"

Il ſecondo in - - - - - - - - - - - - - 3'. 6",

ma ſi avverta, che il legno non era nel mezzo.

Sperienza III. La Canna paſsò in - - - - - - 3'. 0"

Il Legno - - - - - - - - - - - - - - - - 3'. 1"

Il pelo dell'acqua all'Iſtrumento delle Maree era abbaſſato pollice 1. a ore 10 minuti 10, e così la maggior velocità dipende dalla baſſa Marea.

Sperienza IV. Il Legno paſsò in - - - - - - - 3'. 5"

Il Biodo in - - - - - - - - - - - - - - - 3'. 25"

ma sì avverta, che il galleggiante di legno era più piccolo, e veniva agitato dal vento.

Sperienza V. Per impedire l'effetto del Vento fu preſo un galleggiante di cerro, che ſi ſommergeva più nell'acqua, ed appena reſtava ſopra la ſuperficie una ſua punta, ed il tempo fu di - - - - - - - - - - - - - - - 3'. 7"

Sperienza VI. Ripetuta la ſperienza col Galleggiante di Cerro, eſſo tuffava aſſai bene, e paſsò in - - - - 3'. 6"

Onde si devono pigliare le ultime tre sperienze, come esenti dall' impressione del Vento, e sarà la velocità come siegue

| | | |
|---|---|---|
| Tempo per l' esperienza IV. | - - - - - - - | 3'. 5" |
| per l' esperienza V. | - - - - - - - | 3'. 7" |
| per l' esperienza VI. | - - - - - - - | 3'. 6" |
| | Media | 3'. 6" |

## SECONDA CLASSE

*D' esperienze fatte collo stesso Galleggiante, lontano dal filone di mezzo verso le due ripe destra, e sinistra.*

*Num.* 7. Esperienza I. Per avere una qualche idea delle resistenze, che risente la velocità dell' acqua corrente lungi dal suo filone accostandosi alle ripe, fu gettato il Galleggiante presso alla ripa sinistra alla distanza dalla medesima di braccia tre, e detto Galleggiante di cerro, per trascorrere le stesse braccia 128. vi consumò - - - - - - - - - - - - - 5'. 28"

Sperienza II. Procurando di tener detto Galleggiante alla distanza di braccia 3. come dianzi, nello scorrere sotto il Castello si allontanò alquanto da dette braccia, e consumò nel suo viaggio - - - - - - - - - - - - - - - 5'. 20"

Sperienza III. All' opposta ripa destra fu gettato un altro Galleggiante similmente di cerro alla distanza di circa braccia 6. dalla ripa, e vi consumò minuti - - - - 3'. 56"

Sperienza IV. Ripetendo la medesima sperienza, il Galleggiante non si mantenne alla distanza di braccia 6, ma si accostò un poco più alla ripa, e v' impiegò - - - 4'. •"

Avver-

Avvertasi esser difficilissimo coll' uso de Galleggianti il misurare la velocità de' fili dell' acqua in vicinanza alle ripe, giacchè ordinariamente le maggiori velocità de' punti intermedj sospingono i Galleggianti verso la ripa, ma qualche volta essi se ne discostano per qualche particolare accidente di que' tanti che accadono ne' Fiumi, e ne' Canali.

Per far passare i Galleggianti per la Sezione perpendicolare del Fiume, si collocano due bastoni, o pertiche, una alla destra, e l' altra alla sinistra, collocandogli sulla perpendicolare alla ripa, e traguardando dalla prima pertica alla seconda, si vede passare esattamente il Galleggiante, o i diversi Galleggianti per il piano perpendicolare alla corrente. Con tal diligenza sono state fatte le misure de' Galleggianti con un Oriolo a secondi fissi, fatto ultimamente a Ginevra con alcuni scatti da me suggeriti, al Negozio di Fazy, e Trembley, dove si lavorano queste mostre. Esse si dicono a *secondi fissi*, perchè nel mentre che dalla ruota serpentina si fanno quattro battute, dalla lancetta de' secondi si fa un solo scatto, e detta lancetta riman fissa senza alcuna oscillazione per quasi tutto il minuto secondo. Nelle altre mostre a secondi, la lancetta fa in un minuto secondo quattro salterelli, e dentro di ciascun salto fa la sua oscillazione, come accade in una mostra che son già molti anni feci costruire al bravo Mercante Sig. Bertoul a Parigi.

TER-

## TERZA CLASSE

*D' esperienze fatte colla Ventola Idraulica collocata precisamente alla superficie delle acque correnti colla sua linea superiore, restando essa immersa tutta sotto l' acqua.*

*Num.* 8. Fu dato principio alle sperienze della Ventola Idraulica, collocando il Castello quasi nel mezzo del Canale, e mettendo l'albero sulla linea verticale coll' uso del descritto piombino. E siccome non è possibile il collocar talmente il Castello, che la lancetta corrisponda al principio delle divisioni del semicircolo, procurai di tenere il metodo di lasciar libera alla corrente la ventola senza alcun peso, di lasciarla oscillare a destra, ed a sinistra secondo le variazioni della corrente, per poi pigliare il principio della divisione dal punto intermedio de' due archi osservati. Questo è il metodo, che terrò nelle presenti sperienze, e nelle altre, che seguiranno.

Fissato così il principio del Quadrante, si vanno aggravando de' pesi un poco per volta, notando sempre con ciascun di essi i due limiti dell'oscillazione, per sceglierne il punto intermedio. Sarà adunque

Esperienza I. Fu collocato il Castello in modo, che la Ventola restasse libera al corso dell'acqua, fu osservata un' oscillazione dagli 8. gradi sino a 12, e fu stimata la sua posizione di 10.° prossimamente.

Esp. II. Fu attaccato un peso di libbre 4. once 8. Senesi, ed allora la Ventola oscillava da gradi 19. sino a 21. onde la media sarà stimata di gradi 20.

Esp.

Esp. III. Furono aggiunte libbre 4. Senesi, e fu trovata la minima oscillazione di 27.°, e la massima a 29.° 30'. Onde la media di 28.° 15'

Esp. IV. Furono aggiunte altre libbre 4, e la minima oscillazione era di 34.° 45', e la massima di 36.° ½; onde la media di 35.° 37' ½

Esp. V. Furono aggiunte altre libbre 4, e la massima fu a 45.° 45', e la minima a 43.° la media sarà 44. 21'. 30''.

Esp. VI. Furono aggiunte altre libbre 4. e la massima oscillazione era a 50.° 30', la minima a 49. la media sarà 49.° 45'.

Esp. VII. Furono aggiunte altre libbre 4, e l'oscillazione era tra 58.° e 60°, la media sarà di 59°

Esp. VIII. Furono aggiunte altre libbre 4, e si offervò la minima oscillazione di 70.° e la massima di 72.° la media 71.°

Esp. IX. Fu aggiunta altra libbra una per osservare più precisamente il *maximum*, e fu osservata l'oscillazione minima di 84° e la massima a 90.°, ma lasciandola a lungo tempo passava a 96. ed in qualche ondeggiamento passava al secondo quadrante. Sicchè il *maximum* era a poco più di una libbra.

Esp. X. Accrescendo un'altra libbra, subito passava dalla parte contraria. Onde il *maximum* potrà stimarsi a libbra una, once 4, cioè once 4. di più dell'Esp. IX.

Sommando pertanto tutti i pesi delle descritte sperienze, esse in tutte formano libbre Senesi - - - - - - - 30. 0

QUAR-

## QUARTA CLASSE

*Delle ſperienze di queſto giorno fatte allo ſteſſo intento di dedurre i peſi aggravati ſopra diverſi angoli di obliquità.*

*Num.* 9. Eſp. I. Fu laſciata libera la Ventola che oſcillava tra gradi 8, e 13.° media 10.° 30′

Eſp. II. Furono collocate libbre 4 once 8, e colla fune potranno farſi libbre 4. 9; l'oſcillazione era 21°½, e 25.° media 23.° 15′

Eſp. III. Furono aggiunte altre libbre 4, e l'oſcillazione era tra 33.° e 31.° media 32°

Eſp. IV. Coll'aggiunta di altre libbre 4 l'oſcillazione era racchiuſa tra 38.° e 39, media 38.° 30′

Eſp. V. Aggiunte altre libbre 4, l'oſcillazione verſava tra 45.° 46°½, media 45.° 45′

Eſp. VI. Aggiunte altre libbre 4, l'oſcillazione verſava tra 50.° e 53°½; media 51.° 45′

Eſp. VII. Con altre libbre 4, l'oſcillazione era tra 81.° e 90.° media 85.° 30′

Eſp. VIII. Aggiunta una ſola libbra, lentamente trapaſſava nel ſecondo quadrante.

Sommando pertanto tutti i peſi delle deſcritte ſperienze, eſſi formano libbre 25. 8

Finite queſte ſperienze alle ore 1. 15′ dopo mezzo giorno, e ritornando nella Fiumara, ſi oſſervò, che l'acqua della medeſima era notabilmente ritardata dal Vento di Ponente, che è oppoſto direttamente al corſo dell'acqua, e così ſi compre-

ſe,

se, che non tanto l'abbassamento di linee tre, quanto l'impressione del Vento contrario ritardava la corrente del fluido, che mostra tali ritardamenti dalla prima alla seconda serie dell'esperienze.

# ARTICOLO IV.

*Seconda giornata dell'esperienze fatte colla Ventola Idraulica il dì 21. Maggio 1778.*

*Num.* 10. AVendo osservato nell'esperienze di jeri, che il Barchetto, che doveva tenersi dietro al Castello della Ventola deviava alquanto il corso dell'acqua, e che essendo impossibile il tenerlo immobile per poter osservare la graduazione, ed aggiugnere i pesi convenienti, indi nascevane una irregolarità nell'esperienze, pensai di formare un Ponte attorno al Castello, il quale essendo raccomandato ad alcuni pali confitti stabilmente in buona distanza dal Castello, lasciassero il fluido scorrere attorno alla Ventola, senza alcuna benchè minima turbazione. Con tal nuova circostanza furono fatte le sperienze di questa giornata, dal cui successo potrà riconoscersi l'utile di tal circostanza.

Merita intanto di essere avvertito, che l'irregolarità, che induce il Castello triangolare nella direzione del fluido, niente nuoce all'esperienze, giacchè tale irregolarità è invariabile. Onde ammettendo per ipotesi, che l'ostacolo de' diversi pezzi del Castello deviasse la primitiva direzione del fluido di uno,

C o di

o di due gradi, questi si conserveranno da o. sino a 90. Questi gradi si contano lasciando prima libera la Ventola al corso attuale del fluido con quelle resistenze, ed inflessioni, che il Castello può mai introdurre, o esse siano grandi, o siano picco-le. E partendo da quel punto gli angoli di obliquità, si vanno contando nel semicircolo sino a gradi 90. Onde resistendo sempre ugualmente il Castello dalla superficie dell'acqua sino al fondo, ed essendo i suoi piedi sempre delle stesse grossezze, il turbamento, che indi ne deriva dee esser costante, e così aggiunta, o tolta una quantità costante all'angolo della primitiva direzione, i risultati non possono restarne alterati.

Quando la Ventola resta a se stessa abbandonata, non si altera punto la sua direzione, per esser coperta dalla grossezza dell'albero, al quale essa è raccomandata; giacchè essendo quadrato detto albero, ed avendo i suoi angoli colla stessa direzione della Ventola, per cui passa la Diagonale del quadrato, i due lati, che ricevon l'impressione del fluido, l'uno a destra, e l'altro a sinistra, restano ugualmente sospinti in due parti opposte, e contrarie, e perciò operando essi intorno alla linea centrale dell'albero, lasciano il medesimo nella direzione della Ventola, facendogli equilibrio dalle due parti, sicchè il fluido dopo l'impressione fatta all'Albero dee scappare dal medesimo con direzioni uguali, e contrarie, e così esso non potrà punto alterare l'altra impressione, che fa il fluido contro le due superficie della Ventola, per tenerla nella direzione, che è propria dello stesso fluido, compresi tutti i suoi turbamenti, ed alterazioni. Con tali avvertenze, e circostanze sono state proseguite l'Esperienze Idrauliche, che soggiugnerò in questa, e nelle seguenti giornate.

Alla

Alla ſoglia della Cateratta era la profondità dell'acqua braccia 2. ſoldi 9. denari 0.

Il Pelo dell'acqua allo ſtrumento delle Maree era di piedi 2. pollici 1½, alle ore 9. 30'.

*Prima Serie d'eſperienze.*

*Num.* 11. Eſp. I. Avendo laſciata libera la Ventola, la ſua oſcillazione era tra gradi 17, e 13.° Onde la media ſi accoſterà a gradi 15, che è diverſa da quella di jeri a motivo del Barchetto.

Eſp. II. Fu attaccato il peſo di libbre 2, l'oſcillazione della lancetta era tra gradi 18.° e 22.°, media gradi 20.°

Eſp. III. Con altre libbre 2. l'oſcillazione era tra 24.° e 26.°, media 25.°

Eſp. IV. Aggiunte altre libbre due, l'indice oſcillava tra gradi 27, e 30.° media 28.° 30'.

Eſp. V. Con altre libbre 2, l'indice oſcillava tra 33.° e 35.° 30'. media 34.° 15'.

Eſp. VI. Colla ſolita aggiunta di libbre 2, oſcillava l'indice tra 37°, e 40.° media 38.° 30'.

Eſp. VII. Aggiunte altre libbre 2, era l'oſcillazione tra 43°, e 46°, media 44.° 30'.

Eſp. VIII. Colla ſolita giunta di libbre due, l'indice ſi portò ad oſcillare tra 48°, e 51°, media 49.° 30'.

Eſp. IX. Aggiunte altre libbre 2, l'oſcillazione era tra 59.° e 61°, media 60.° 00'.

Eſp. X. Fu aggiunta una ſola libbra per oſſervare bene gli ultimi angoli ſino a gradi 90 dal 0, e l'indice oſcillava tral 63°, e 64.° 45'. media 63.° 50'½.

Esp. XI. Fu aggiunta un'altra libbra, e l'indice andò ad oscillare tral 67°, e 70°½, media 68.° 45′

Esp. XII. Con una nuova libbra arrivava a 95°, e poi tornava addietro.

Esp. XIII. Senza aggiungervi altro peso con qualche fermata oltrepassava sino a gradi 100, e poi girava sul secondo quadrante.

Avvertasi, che in queste sperienze il Mare era in calma, si levò un piccol vento di Greco-Levante, che non turbava la velocità della superficie; La Ventola non era esattamente al pelo dell'acqua, ma risaltava sopra la medesima, circa linee tre. Fu riosservato l'Istrumento delle Maree, ed era a piedi 2. pollici 0. linee 3. all'ore 10. 25′., in cui fu finita questa serie di sperienze. Onde l'acqua era abbassata di pollici 1. linee 3.

Fu misurata l'attual profondità dell'acqua accanto alla Ventola, e fu trovata di braccia 2. soldi 5.

Sommando ora tutti i pesi delle dette esperienze, formano in tutti libbre 19. 0. 0.

*Seconda Serie di esperienze, nelle quali il Castello fu affondato alquanto, per far tornar la Ventola alla superficie del fluido con tutta la precisione.*

*Num.* 12. Esp. I. Fu osservata la direzione della Ventola libera a gradi 13, e 17.° come nella prima serie, media 15.°

Esp. II. Fu collocata la cassettina con libbre due di peso, e la lancetta si portò ad oscillare tra 19.° e 23.° la media sarà 21°

Esp.

Esp. III. Furono aggiunte libbre 2, e l' oscillazione era tra 24.° e 27.° 45'., la media sarà 25'. 52' $\frac{1}{2}$ .

Esp. IV. Con altre libbre 2, la lancetta oscillava tra 29° $\frac{1}{2}$ , e 33°, la media sarà 31.° 15'.

Esp. V. Aggiunte altre libbre 2, oscillava l' indice tra 35°, e 38°, media 36.° 30'.

Esp. VI. Furono aggiunte altre libbre 2, e l' indice versava tra 41.° 44°, media 42.° 30'.

Esp. VII. Furono aggiunte altre libbre 2, e l' indice trovossi tra 45°, e 48°, media 46.° 30'.

Esp. VIII. Con altre libbre 2. la lancetta si portò tra gradi 51°, e 54.° 45'., media 52.° 52' $\frac{1}{2}$ .

Esp. IX. Fu aggiunta una sola libbra per meglio discernere gli ultimi incrementi, ed allora l' indice si avanzò tra 58.° e 60° $\frac{1}{2}$ , media 59.° 15'.

Esp. X. Fu aggiunta una sola libbra per la maggior precisione, e l' indice si aggirava tra gradi 64, e 67 $\frac{1}{2}$ , media 65.° 45'.

Esp. XI. Furono aggiunte sole once 6, e l' indice era tra i 70°, e 76°, media 73.°

Esp. XII. Furono aggiunte sole once 4, ed al grado 90 era dubbioso, e poi tornò a 87° $\frac{1}{2}$ . Onde l' oscillazione può stimarsi tra 87° $\frac{1}{2}$ e 90°, media 88.° 45'.

Esp. XIII. Furono aggiunte altre once 3, colle quali oltrepassava al secondo quadrante, ma fermossi un poco su gradi 100, e 104, media 102

Esp. XIV. Aggiunte poi altre once 2, giunse a 103°, poi tornava a 103°. Onde la media sarà 101.° 30'.

Esp. XV. Furono aggiunte altre once 4, ed arrivò a 102 poco più.

Esp.

Esp. XVI. Furono aggiunte altre once 4, ed allora arrivava al secondo quadrante. Onde il peso totale sarà poco più di quello della sperienza XV, cioè un'oncia di più.

Finita questa serie di sperienze, lo strumento delle Maree era calato solo di una mezza linea, alle ore 11. 17'. Onde questa serie per la costanza del fluido, e per i piccoli pesi aggiuntivi all'ultima, sarà più precisa delle altre.

I pesi con i quali sono state fatte le sopradescritte sperienze sommano libbre 17. once 8.

*Terza Serie di sperienze fatte col Galleggiante.*

*Num.* 13. Sper. I. Fu gettato alla prima Sezione il Galleggiante di Cerro, e passò alla seconda in 5'. 5'', per la solita lunghezza di braccia 128, ma si avverta, che esso si accostò alla ripa sinistra.

Esp. II. Il Galleggiante passò in 4'. e 1'' vicino alla Ventola, ma poi piegò un poco alla sinistra.

Esp. III. Il Galleggiante passò in 4'. 22'', ma dal mezzo in giù si accostò alla ripa.

Esp. IV. Piegando sempre il Galleggiante alla sinistra, fu preso il partito di farlo arrivare alla metà, e così fare il viaggio di braccia 64, e vi consumò 2'. 2''. Questa è la più giusta velocità superficiale, che corrisponda alla Ventola.

Alle ore 11. 44', era lo strumento delle Maree a piedi 7. 11. 6.

*O*

Quar-

*Quarta Serie di sperienze fatte il dì 21. per misurare le velocità degli Strati inferiori dell'Acqua.*

*Num.* 14. Per ottener tal misura fu aggravata la Ventola con libbre 12, ed essendo essa alla superficie colla sua superiore estremità, fu osservato l'angolo dell'obliquità, che era oscillante tra $45^\circ\frac{1}{2}$, e $49^\circ\frac{1}{2}$, supponendo, che alla direzione dolla Ventola libera fosse di $15^\circ$. Onde la media sarà a $47\frac{1}{2}$.

Esp. II. Avendo fatto passare il Barchetto dalla destra alla sinistra ripa, l'indice era sopra i gradi 50, e poi cominciò ad oscillare tra $50^\circ$ e 52. Onde la media sarà di $51^\circ$, ed in questo stato la Ventola fu abbassata di soldi 5. sotto il pelo dell'acqua, e l'indice allora oscillava tra $48^\circ\frac{1}{2}$, e $51^\circ$, segno, che la velocità dello Strato era maggiore, giacchè il peso costante faceva equilibrio con un seno minore.

Esp. III. Indi si passò ad abbassare altri soldi 5. la Ventola, ed osservando l'indice, esso oscillava tra $53^\circ\frac{1}{2}$, e $56^\circ\frac{1}{2}$, media $55^\circ$, segno, che la velocità dello Strato era minore.

Esp. IV. Fu abbassata la Ventola altri soldi 5, e l'indice oscillava tra $57^\circ\frac{1}{2}$ e $61^\circ$; media $59.^\circ$ $15'$.

Esp. V. Fu fatto un altro abbassamento di soldi 5, ed al medesimo corrispondeva l'oscillazione tra $66.^\circ$ e $71^\circ$, media $68^\circ\frac{1}{2}$.

Esp. VI. Con un altro abbassamento di soldi 5. fu osservata l'oscillazione della lancetta tra $100^\circ$, e $105^\circ$, ma poi passò avanti girando al secondo Quadrante, segno, che la velocità era talmente scemata, che le libbre 12. si equilibravano col seno totale. Onde per avere la serie delle sperienze sino al

fon-

fondo, fu neceſſario ſcemare il peſo della metà, e così fu fatta altra ſerie di ſperienze.

*Quinta Serie di ſperienze, per determinare le velocità degli Strati inferiori dell' acqua corrente.*

*Num.* 15. Eſp. I. Col peſo di libbre 6, e colla Ventola alla ſuperficie, l' indice oſcillava tra 36.° e 37°, media 36.° 30'.

Eſp. II. Fu abbaſſata la Ventola ſoldi 5, ſi ebbe l' oſcillazione tra gradi 35.° e 38.°, media 36.° 30'.

Eſp. III. Con un altro abbaſſamento di ſoldi 5 l' indice oſcillava tra gradi 38.° e 40°, media oſcillazione 39.°

Eſp. IV. Fu abbaſſata la Ventola altri ſoldi 5, e così la ſua oſcillazione tornava tra 40.° e 42°, media ſarà 41.°

Eſp. V. Con un ſimile abbaſſamento di ſoldi 5 oſcillava tra 42.° e 43° ½, la media ſarà 42.° 45'.

Eſp. VI. Con un altro abbaſſamento oſcillava tra 43° ½ e 46.°, media 44.° 45'.

Eſp. VII. Con altro abbaſſamento oſcillava tra 43° ½, e 47°, media 45.° 15'.

Eſp. VIII. Fatto un altro abbaſſamento, oſcillava tra 44° ¼, e 51°, media 47. 37' ½.

*Seſta Serie di eſperienze col peſo di libbre 9. per render più ſenſibili i decrementi delle velocità.*

*Num.* 16. Eſp. I. Eſſendo la Ventola alla ſuperficie dell' acqua col detto peſo di libbre 9, oſcillava tra gradi 45.° e 50°, media 47° ½.

Eſp.

Eſp. II. Abbaſſando la Ventola ſoldi 5, oſcillava l'indice tra 48.° e 51°, media 49.° 30′.

Eſp. III. Con altro sbaſſamento di ſoldi 5, oſcillava tra 47°, e 49°, media 48.° Eſſendo oſſervato lo ſtrumento delle Maree era a piedi 2. o. 6. Onde era creſciuto il riempiſondo di pollice 1.

Eſp. IV. Con altro abbaſſamento di ſoldi 5, era la ſteſſa oſcillazione.

Eſp. V. Fu abbaſſata la Ventola ſino al fondo, e fu trovata l'oſcillazione da 69° ¾ ſino a 71.°, media 70.° 22′ ½.

In queſta ſerie l'effetto della velocità era turbato dalla Marea, che ſenſibilmente creſceva. Ma pure dalla ſuperficie ſino al fondo ſcema la velocità in quella ragione, che dimoſtrerà il calcolo, dall'angolo 47° ½ ſino all'angolo 70.° 15.

*Terza giornata dell'eſperienze Idrauliche, fatte al Lago di Caſtiglione il dì 22. Maggio.*

*Num.* 17. Eſſendo calma in Mare, e ſenza vento notabile, furono fatte le ſolite ſperienze ad acqua alta per la Marea. Fu miſurata la profondità alla ſoglia, e fu trovata di braccia 2. ſoldi 13., cioè ſoldi 4. maggiore di quella della ſeconda giornata. Allo ſtrumento delle Maree era piedi 2. pollici 4. linee 9. Fu miſurata la diſtanza della Cateratta dal punto dello ſtrumento delle Maree, e fu trovata di canne 54. di braccia 4.

### *Prima Serie di esperienze fatte per le velocità de' diversi Strati.*

*Num.* 18. Col Galleggiante la velocità superficiale era di braccia 128. in 5'. 0''. la prima volta, e la seconda di 4'. e 43''.

Esp. I. Essendo libera la Ventola, l'indice oscillava tra 10.° e 11.° e la Ventola era alla superficie dell'acqua, media 10. 30.

Esp. II. Aggravato il peso di libbre 6 per la piccola velocità, che correva a motivo della Marea, l'indice versava tra 37.° e 39.° 45', media 38.° 22'$\frac{1}{2}$.

Esp. III. Abbassando la Ventola soldi 5. sotto il pelo dell' acqua, l'indice versava tra 38° $\frac{1}{2}$, e 40°, media 39.° 15'.

Esp. IV. Coll'abbassamento di altri soldi 5, l'oscillazione traviava tra 37.° 39° $\frac{1}{2}$, media 38.° 15'.

Esp. V. Fu immersa la Ventola per altri soldi 5, ed oscillava tra 38.° 40.°, media 39.°

Esp. VI. Coll'abbassamento di altri soldi 5, era tra 41° $\frac{1}{2}$, e 44.°, media 42.° 45'.

Esp. VII Fu fatto un altro abbassamento della stessa misura, e si osservò l'oscillazione dell'indice tra 46°, e 48°, media 47.°

Esp. VIII. Con altro abbassamento simile, oscillava l'indice tra 53°, e 56.°, media 54.° 30'.

Esp. IX. Con altro sbassamento, oscillava tra 56.° e 59.$\frac{1}{2}$, media 57.° 45'.

Esp. X. Fu fatto altro simile sbassamento, e l'oscillazione si portò tra 63°, e 65°, media 64.° E qui si arrivò quasi al fondo del Canale, dove arrivava il centro inferiore dell'albero.

Fu

Fu misurata la profondità dell'acqua fino al fondo accanto alla Ventola, e fu trovata di braccia 2, soldi 8, danari 8. Fu presa la stessa misura sopra il ferro, che regge la Ventola, e fu trovata di braccia 2, soldi 5, danari 8. Onde la Ventola era sopra il fondo soldi 3.

Avendo riscontrato lo strumento delle Maree, esso era a piedi due, pollici 2. linee 6. Da che si argomenta che nel tempo dell'esperienze, la caduta era cresciuta di circa pollici 2, e così la velocità andava crescendo dalla prima sperienza all' ultima.

*Num.* 19. Comprendesi da queste, e dall'altre sperienze analoghe, in primo luogo, che la velocità della superficie fino ad un certo punto, o si mantien costante, o piuttosto cresce alquanto. Secondo, che da tal fondo al fondo, o presso il medesimo va notabilmente scemando. Terzo, che non frastorna tal diminuzione, la pendenza del fondo, la quale nel presente caso era di circa soldi 5, in Canne 54, cioè braccia 216. Onde non era fondo morto, ma fondo notabilmente inclinato. Deducesi in quarto luogo, che quanto sono minori le velocità in generale, tanto più si mantiene equabile la velocità dalla superficie fino ad un certo punto del fondo. In fatti ne' tre primi abbassamenti, cioè in soldi 15, poco divario fa l'angolo di deviazione, e negli altri cinque abbassamenti lo fa considerabile, così nella presente serie sarà per soldi 25. la profondità più variabile.

Se poi si comprenda la misura della Ventola, sarà alla superficie fino a soldi 10. per l'esperienza seconda.

Per l'esperienza III. sbassamento - - - - „ 5.
Per la quarta - - - - - - - - - - - - „ 5.
Per la quinta - - - - - - - - - - - - „ 5.
Somma soldi - - - - - - - - - - 25.

In tal profondità la velocità era quasi costante; Poichè alla superficie era l'angolo medio di - - - - 38.° 22′$\frac{1}{8}$
All'esperienza V. era di - - - - - - 39. 00

Poi per altre cinque sperienze era l'abbassamento di soldi 25, e coll'altezza della Ventola soldi 35. Sicchè ne'primi soldi 25. la velocità oscillava un poco nel più, e nel meno, e potrà dirsi quasi costante, ma negli ultimi soldi 35. diminuiva notabilmente. Ma nelle maggiori velocità de'giorni scorsi, il punto della velocità quasi costante era a minor profondità, e gli Strati delle notabili diminuzioni erano di altezza maggiore.

*Seconda Serie di esperienze della terza giornata, per le velocità degli Strati.*

*Num.* 20. Crescendo le velocità per le basse Marce, fu accresciuto il peso di libbre due, e così saranno libbre 8.

Alle ore 9. 45′, era l'altezza allo strumento delle Marce di piedi 2. pollici 2, linee 0.

Esp. I. Col peso di libbre 8, e colla Ventola alla superficie dell'acqua corrente, era l'indice tra 45.° e 49°, media 47.°

Esp II. Fu profondata la Ventola soldi 5, e l'oscillazione fu trovata tra 48, e 51.°, media 49.° 30′.

Esp. III. Con altri soldi 5, di maggior profondità, l'oscillazione era tra 47.° 30′, e 51.° 30′, media 49.° 30′.

Esp.

Esp. IV. Fu calata la Ventola altri soldi 5, ed oscillava l'indice tra 50°, e 52°, media 51.° 30'. Si vede, che a questa sperienza la velocità dello Strato è sensibilmente diminuita, ma non era così nella prima serie, e ciò perchè le velocità di questa serie sono maggiori per la bassa Marea, ed il peso maggiore rende più sensibili le variazioni.

Esp. V. Sbassata la Ventola altri soldi 5, l'indice oscillava tra 55.°, e 58°, media 56.° 30', e così si palesa sempre più sensibile il decremento della velocità.

Esp. VI. Nell'altro simile sbassamento si palesava l'oscillazione della lancetta tra 56°, e 59°, media 57.° 30'. Ma per lo sbassamento del Mare la corrente cresceva sensibilmente, e perciò veniva turbata la legge de decrescimenti delle velocità.

Esp. VII. Fu abbassata la Ventola altri soldi 11. fino al fondo, ed osservando la lancetta, essa oscillava tra 75°, e 79°, media 77.°

Furono compite queste sperienze alle ore 10. 23'. In tal tempo lo strumento delle Maree era a piedi 2. o. 9. Onde nel tempo di 38'. il livello del Canale era abbassato di pollice 1. linee 3.

Questa serie conferma le proposizioni dedotte dalle prime, se si ha riguardo allo sbassamento del Mare. Il vento era poco cresciuto, e non infilava il Canale, ma era laterale, e così non poteva produrre alcun sensibil divario.

### *Terza Serie di esperienze fatte per le impressioni del fluido a diversi angoli di obliquità della Ventola.*

*Num.* 21. Essendo prossima la bassa Marea, le variazioni delle altezze dovevano essere assai piccole, e perciò fu eseguita

guita questa terza serie di esperienze, incominciando dalla misura della velocità superficiale, per mezzo del Galleggiante. Sarà dunque

Esp. I. Ha trascorso il Galleggiante in 2'. 27'' lo stesso viaggio di braccia 64.

Esp. II. Ha trascorso 12. 2'. 28''. lo stesso viaggio.

Esp. III. Il Galleggiante in 4'. 20''. il viaggio di braccia 128.

Esp. IV. Il detto Galleggiante fece il medesimo viaggio in 4'. 28''.

Queste due ultime esperienze devono attendersi, perchè il Galleggiante passò quasi nel mezzo. Onde le braccia 128. portano 4'. 24''. di velocità media.

## *Quarta Serie di esperienze per diversi angoli di obliquità.*

*Num.* 22. Esp. I. Lasciata la Ventola affatto libera alla corrente, oscillava tra gli angoli 11.° e 16°, media 13.° 30'. a ore 11. 0'. Essa era alla superficie del fluido.

Esp. II. Fu aggravato l'albero della Ventola di libbre 21. di peso, e con tal carico l'indice oscillava tra 19.° 23.°, media 21.°

Esp. III. Furono aggiunte altre libbre 2, e l'oscillazione si avanzò tra' gradi 26° $\frac{1}{2}$ e 30.°, media 28.° 15'.

Esp. IV. Coll'aggiunta di altre libbre 2, si portò ad oscillare tra 33° $\frac{1}{2}$, e 36.°, media 34.° 45'.

Esp. V. Furono aggiunte altre libbre 2, e si portò ad oscillare tra 42.° e 43°, media 42.° 30'.

Esp. VI. Aggiunte altre libbre 2, l'oscillazione si avanzò tra 66°, e 68° $\frac{1}{4}$, media 67.° 7' $\frac{1}{2}$.

Esp.

Esp. VII. Con altre libbre 2. l'oscillazione si avanzò tra 66°, e 68° $\frac{1}{4}$, media 67.° 7′$\frac{1}{2}$.

Esp. VIII. Per conoscere più precisamente le ultime impressioni fu aggiunta una sola libbra, ed allora l'indice oscillava tra 82°, ed 84° $\frac{1}{4}$, media 83.° 7′$\frac{1}{2}$.

Esp. IX. Fu aggiunta una mezza libbra ed oscillava tra 105°, e 110°, media 107.° 30′.

Esp. X. Furono aggiunte altre once 2. ed oscillava tra 111°, e 114°, media 112.° 30′.

Esp. XI. Fu aggiunta un'altra oncia, colla quale l'indice trapassò al secondo Quadrante.

Furono compite queste sperienze ad ore 11. 30′, e così furono compite tutte in 30. minuti.

Avendo osservato subito l'altezza dell'acqua allo strumento delle Maree, essa fu trovata a piedi 1. poll. 11. linee 9. onde in detto tempo era abbassato il pelo dell'acqua di pollice 1. Questa serie di sperienze è assai giusta, ma ne è stata fatta la seguente, per incontrare la maggior costanza della velocità.

Avvertasi ancora, che all'Esp. X. con un poco di tempo trapassava al secondo quadrante. Si stima, che il peso dell' Esp. IX. si equilibri col seno totale.

Uniti insieme i pesi delle presenti sperienze, fanno il totale di libbre - - - - - - - - - - - - - - 12. 6.

*Quinta Serie di esperienze per le impressioni obblique alla superficie delle acque, a ore* 11. 32′.

*Num.* 23. Esp. I. Lasciata la Ventola libera, era nella media misura a 13.° 20′.

Esp. II. Fu aggravata la Ventola con libbre 2, e l'indice oscillava tra 19. e 23$\frac{1}{2}$, media 21.° 15′.

Esp. III. Col peso di altre libbre 2. oscillava tra 26.° e 29½, 27.° 45′.

Esp. IV. Colla giunta di altre libbre due, aggiravasi tra 31½ e 35°½, media 33.° 30′.

Esp. V. Colla giunta di altre 2. oscillava tra 39.° e 42°½, media 40.° 45′.

Esp. VI. Aggiungendovi altre libbre due, oscillava tra 46°½, e 50.°, media 48.° 15′.

Esp. VII. Colla giunta di altre libbre due, arrivava tra 50.° e 51°, media 50.° 30′.

Esp. VIII. Aggiunta altra libbra 1. si portò l'indice tra 66.° e 64°, media 65.°

Esp IX. Fu aggiunta un'altra mezza libbra, e l'indice versava tra 72.° e 77°, media 74.° 30′.

Esp. X. Furono aggiunte altre once 4, e l'indice era tra 84.° e 86°, media 85.°

Esp. XI. Furono aggiunte altre once 2, e l'indice oscillava tra 88.° e 90°, media 89.°

Esp. XII. Furono cresciute altre once 2, ed era l'indice tra 95.° e 99°½, media 97°¼.

Esp. XIII. Fu aggiunta un'oncia sola, e l'indice arrivò a gradi 110°, e trapassò all'altro quadrante. Onde pare, che col peso dell'Esperienza XII. si faccia equilibrio col seno totale.

Fi misurata la velocità col Galleggiante, ed era di 4′. 21″. per 128. braccia.

Lo strumento delle Maree era piede 1. poll. 10. linee 6. Onde nel tempo delle sperienze, era abbassato il livello di poll. 1. linee 3.

Mettendo insieme tutti i pesi delle presenti sperienze, fanno la somma di libbre - - - - - - - - - - - - - 14 3.

AR-

# ARTICOLO V.

*Nuove Sperienze Idrauliche fatte sul Fiume Arno, per determinare le velocità degli Strati inferiori del fluido, ed altri fenomeni delle acque correnti. Descrizione del Castello per l'esperienze Idrauliche.*

*Num.* 24. IL Castello da me formato per le nuove esperienze, dovendo servire per le considerabili profondità dell'acqua, mi convenne di farlo di altezza braccia 10, componendolo, come rappresenta la fig. I. Castello II. Le quattro traverse angolari della sopraddetta altezza restano collegate co' due piani quadrati, l'uno inferiore, e l'altro superiore, i quali piani sono fermati a quattro traverse orizzontali, il cui lato è di braccia 3. Tali traverse restando collegate con viti di ferro, e loro dadi alle quattro travi verticali, ci somministrano il commodo di poter montare, e smontare il Castello per trasportarlo da un Fiume all'altro, come pure per trasportarlo nello stesso Fiume a diversi suoi rami, secondo l'occorrenza dell'esperienze.

Il piano quadrato inferiore, non solamente serve per collegare il Castello, ma ancora per caricarlo con grosso sasso, quando esso si trova al fondo del Fiume, ricevendo le impressioni del medesimo all'altezza di sei in sette braccia, ora più ora meno, secondo le diverse profondità del fluido corrente.

E E quan-

E quando mai la forza delle acque foſſe tale, che l'aggravio di tal peſo non ſi trovaſſe ſufficiente per tutta quella ſtabilità del Caſtello, che ci ſarà neceſſaria, è ſtato immaginato il compenſo di piantar nel Fiume alcuni paloni, ai quali raccomandaſi il detto Caſtello, affinchè ſia perfettamente immobile.

Il piano ſuperiore non ſolamente ſerve per la collegazione del Caſtello, ma ancora per ricevere le diviſioni del Quadrante, che ſon neceſſarie per ſapere gli angoli dell'obliquità, come la figura dimoſtra.

In uno degli angoli retti, tanto del piano inferiore, che del ſuperiore ſon piantate due menſole, o braccioli, che devono ricevere i due centri dell'albero, che deve regolare il movimento della Ventola Idraulica, affinchè eſſa poſſa diſcendere, e ſalire a qualunque Strato di fluido, e poſſa altresì a qualunque Strato diſporſi a quell'angolo di obliquità, che ſi vorrà, per bene intender le leggi, ed i veri fenomeni delle acque correnti de'noſtri Fiumi. Il pernio inferiore dell'Albero ſi fa girare ſopra un rallino di metallo, mentre il pernio ſuperiore rivolgeſi in un cerchietto di ferro più crudo. La figura dell'albero è di ſezione quadrata, affinchè i due braccioli di ferro, che reggono la Ventola, eſſendo quadrati ancor eſſi poſſano ſcendere, e ſalire per lo ſteſſo piano verticale ſenza mutar l'angolo.

La funicella, che ſoſpende la Ventola è contraddiſtinta con alcuni nodi, per aver la giuſta miſura delle immerſioni, e tali nodi ſon diſtanti l'uno dall'altro ſoldi $6\frac{1}{4}$, cioè la metà dell'altezza della Ventola, la quale è di ſoldi $12\frac{1}{2}$, mentre la ſua lunghezza è ſtata fatta del doppio, cioè di ſoldi 25.

La

La sopraddetta Ventola si fa sporgere lungi dall'albero circa un mezzo braccio, per ottenere, che il rimulinamento dell'acqua intorno all'albero, non arrivi a turbare le impressioni del fluido sulla superficie della Ventola.

Preparato così il Castello, non è cosa agevole il gettarlo con felicità ne' Fiumi, e molto meno il metterlo perfettamente in piombo, affinchè la Candela resti nella sua vera verticale, senza piegare in alcuna parte, giacchè piegando sarebbero turbate, ed alterate non poco tutte l'esperienze, tanto quelle, che si fanno alla superficie del fluido, quanto le altre, che dovranno praticarsi a diverse profondità del medesimo. E tali difficoltà sempre più crescono, quanto più deve immergersi il Castello, per venire a toccare il fondo del Fiume. Poichè la corrente dell'acqua, l'inugual tenacità del fondo, la sua gran morbidezza in molti casi, il peso del Castello, e sua Travatura oppongono tanti ostacoli, e difficoltà, che alle prime prove sembra impossibile la giusta collocazione del medesimo in tutte le sue misure.

Vi vogliono alcuni preparativi per poter condurre a fine una tale impresa. E questi sono in primo luogo di una grossa Chiatta di quelle, che son capaci a sostenere circa libbre 30000 di peso, e più. Vi occorre in secondo luogo un buon numero di pali ben diritti, e lunghi per conficcare nel letto del Fiume verso l'angolo interiore del Castello, lasciando sempre libero l'angolo esteriore che porta l'albero, e la Ventola Idraulica. Vi occorrono inoltre altri pali, e tavoloni per formare un Ponte tral Castello, e la ripa, per potervi andare, e ritornare senza l'ingombro di alcuna Barca, o Navicello, che certamente verrebbe ad alterare la corrente naturale del Fiume.

Sopra tal Ponte devono paſſare gli Oſſervatori, e i Peſatori, e la gente neceſſaria per ajutare, a caricare, e ſcaricare i peſi neceſſarj per le oſſervazioni. Quando poi la larghezza del Fiume foſſe tale, che un ſimil Ponte non foſſe praticabile, allora converrebbe ſervirſi di un piccolo Barchetto, che immergendoſi men che ſia poſſibile nell'acqua del Fiume, di poco ne cambiaſſe il filo della corrente. In una parola il Caſtello deve eſſere iſolato, e lontano da ogni laterale impedimento.

Tralaſcerò gli altri minori, ed uſuali preparativi de' differenti peſi, che vi vogliono per ſubito collocargli dall'una all' altra oſſervazione. E tutto queſto va prima con diligenza preparato, per non imbrogliare la ſerie delle oſſervazioni, che ſi fanno nel tempo più tranquillo, e colla maggior calma dell'aria.

Il Caſtello con gran diligenza deve imbarcarſi ſulla Chiatta, facendolo ſporgere per una teſtata all'infuori, in modo tale, che volgendoſi la Chiatta colla vera ſua direzione, e reggendoſi lo ſteſſo Caſtello con quattro Venti di buoni cordami, ſi cominci a piegarlo all'ingiù, caricandolo di groſſe pietre nel ricinto inferiore, che a tal'effetto è ſtato coſtruito con buone tavole bene inchiodate alle quattro colonne del Caſtello.

In tal modo regolandolo co' quattro venti eſſo anderà a toccare il fondo del Fiume, ed allora i quattro piedi, che ſporgono ſotto il piano inferiore vanno ad affondarſi nel letto del Fiume, ſempre con qualche irregolarità, e diſugualtà.

Per correggere il vizio del fondo, e collocare nella ſua linea verticale tutto il Caſtello, il miglior compenſo ſi è quello di piantare dietro al medeſimo due, o quattro paloni, collegandogli colle loro forti traverſe. E tali pali, e traverſe ſono tanti punti di appoggio, ſu quali ſollevando le colonne del Caſtel-

Castello, che fossero troppo affondate; finalmente con lunga pazienza riesce di collocare il Castello a nostro modo, ottenendo, che la stessa corrente nol danneggi in alcun modo, e che il moto vorticoso, che pigliano le acque del fondo intorno a pali, ed al Castello non possa nuocere al Castello medesimo con alcun piegamento. Stabilito esso adunque in tal modo, procurasi di esaminare, se il suo inferior carico sia ugualmente distribuito sulle nove braccia quadre del piano inferiore, tentando colla pertica il pietrame in tutti gli angoli, e quando si scorga alcuna mancanza, questa supplisca si con altro sasso, finchè il peso sia ugualmente distribuito più che sarà possibile.

Indi si comincia a formare il Ponte con lunghi Tavoloni di 10., o 11. braccia di lunghezza, appoggiati sopra caprette di pali, che conducono sino alla ripa. Indi sopra il piano superiore vi si colloca il Quadrante, badando bene, che esso sia concentrico all'imperniatura dell'albero, e che sia disposto in un piano orizzontale.

L'indice de'gradi si colloca, abbandonando la Ventola alla corrente dell'acqua senza alcun peso. Ed allora detto indice deve farsi coincidere circa il grado novantesimo, affinchè piegandosi poi la Ventola colla forza de'pesi, l'indice vada mostrando i diversi angoli, che corrispondono alla forza de' detti pesi.

E perchè il secondo uso importantissimo del Castello consiste nella misura delle inferiori velocità, così la Ventola deve esser disposta in maniera da poter liberamente trascorrere in giù, e in sù, parte coll'uso di una funicella, e parte con un gancio ben fermato alla testa di una lunga pertica.

Per

Per comparare la velocità superficiale, che deducesi dal peso totale aggravato alla Ventola, coll'altra velocità da rilevarsi coll'uso de'Galleggianti, questi vanno preparati in mo do, che pochissimo sporgano sopra la superficie dell'acqua, il che, come si sa dipende dalla specifica gravità del legno, che sia poco minore della simil gravità del fluido. Vero è, che per quanto si usi gran diligenza nella scelta de'Galleggianti, sarà sempre una circostanza rilevantissima quella del vento, che sarebbe capace a turbare non solamente la velocità de'Galleggianti, ma ancora la forza del fluido contro la superficie della Ventola. Per evitare un tale inconveniente, altro non vi è che la scelta di una tranquilla giornata, che senza alcun vento sensibile lasci correre il fluido, ed i Galleggianti secondo i loro moti naturali, che son quelli, che si cercano nelle nostre sperienze.

### *Sulla scelta de' tronchi del Fiume per trasportarvi il Castello.*

*Num.* 25. Le irregolarità di un Fiume son tali, e tante, che per bene eseguire le nuove sperienze Idrauliche, convien fare la scelta del tronco più adattato per le dette sperienze, affinchè le irregolarità del Fiume, e del fondo, non venissero a turbare il risultato. La principale attenzione deve aversi alla irregolarità del fondo, trascegliendo un fondo tale, dove sia sicura la corrente sino al fondo, e dove pure il fondo medesimo per un tratto notabile abbia un uguale altezza di fluido Il primo tronco da me scelto nel Fiume Arno è sotto la confluenza del Torrente della Gusciana, il quale ricevendo, e scaricando tutte le acque del Lago di Fucecchio, e de suoi mol-

ti

ti Influenti, mantiene un poco più ricco il Fiume colle sue acque. Inoltre sotto tal confluenza, quando le acque sono tra di loro già mescolate, vi è un canale di giusta lunghezza della profondità di circa braccia 5, e tal Canale nel punto inferiore al Castello va piuttosto affondandosi, che elevandosi, il che giova per esser sicuri della corrente insino al fondo dell'Arno, come dalle stesse esperienze si rileverà. Il maggior fondo del Fiume in tal luogo si accosta alquanto alla spiaggia, il che giova per gettare il Ponte da avere una libera comunicazione col Castello. Se il maggior fondo fosse nel mezzo, troppo grande sarebbe la briga di formare un Ponte di lunghezza circa braccia 60. ma non così accade nel caso presente, nel quale con un ponte di circa braccia 20. possono eseguirsi tutte le esperienze immaginabili.

La larghezza della Sezione del Fiume in detto posto è stata trovata di braccia 115.

Le profondità incominciano piccole alla ripa sinistra dell' Arno, e poi vanno gradatamente crescendo sino alle braccia 5, dalle quali poi diminuiscono verso la ripa destra.

Nulla importa, che il maggior fondo sia lateralmente, o nel mezzo per il risultato delle esperienze, e dalla altra parte, per eseguirle riesce favorevole un fondo più prossimo alla ripa. Da questo primo tronco son poi passato al secondo in un punto inferiore dell'Arno, come a suo luogo sarà descritto nella serie delle esperienze, che ho intraprese, per risolvere colla luce della sperienza i problemi più interessanti dell' Idraulica.

*Misu-*

*Misure prese nel Castello.*

*Num.* 26. Dalla Colonna esteriore all'albero di voto, soldi - - - - - - - - - - - - - - - - - 10. —

den.

Grossezza dell' Albero, soldi - - - - - - - - 2. 10.

Grossezza della fune, che si ravvolgeva, denari - „ — 4.

Circonferenza della puleggia concentrica all' Albero, braccia - - - - - - - - - - - - - - - - 1. 1. 8.

Circonferenza del pernio su cui girava l' Albero, soldi - - - - - - - - - - - - - - - - - - „ — 2. 4.

Circonferenza della puleggia, che riceveva la fune, e sosteneva i pesi che si aggravavano sopra l' Albero, soldi - - - - - - - - - - - - - - - - „ — 9. 6.

Circonferenza del pernio di detta puleggia, denari „ — — 6.

Il voto tra l' Albero, e la Ventola, di soldi 5. denari 2. - - - - - - - - - - - - - - - - - - „ — 5. 2.

Dalla puleggia nel mezzo fino al pernio superiore, soldi 5. denari - - - - - - - - - - - - - - - „ — 5. 2.

Altezza di un Bracciolo della Ventola, denari 11, ma può farsi di soldo 1, ed altrettante l'altezza del secondo ferro.

Lunghezza dell' Albero, braccia - - - - - - - 9. — —

*Prima Serie di esperienze fatte col Castello Idraulico, il dì 19. Gennajo 1779.*

*Num.* 27. Esp. I. Essendo stato accomodato il Castello, e la Ventola al pelo dell' acqua, fu essa lasciata libera al corso della

la corrente, ed allora fu più volte osservata la sua oscillazione Orizzontale, la quale versava tral grado 87. e 94, essendo per altro placido il corso dell'acqua; media 90.° 30'.

Esp. II. Fu aggravato il peso di libbre 2, e l'oscillazione versava tral grado 86. e 92., media 89.°

Esp. III. Aggiunte altre libbre 2, il peso era di libbre 4, ed allora l'oscillazione era tral limite di 90.° e 85°, media 87.° 30'.

Esp. IV. Con altre libbre 2, si fece il peso di libbre 6, col quale il limite dell'oscillazione fu di 82° $\frac{1}{2}$, ed 85°, media 83.° 45'.

Esp. V. Con altre libbre 2, si ottenne il peso di libbre 8, col quale il limite si ridusse tra 81.° e 84°, media 82.° 30'.

Esp. VI. Col peso di libbre 10, oscillava la Ventola tra gradi 79. ed 83 $\frac{1}{2}$, media 81.° 30'.

Esp. VII Col peso di libbre 12, oscillava tra 79° $\frac{1}{2}$, ed 84°, media 81.° 45'.

Esp. VIII. Col peso di libbre 14, oscillava tra 79.°, ed 82° $\frac{1}{2}$, media 80.° 45'.

Esp. XI. Col peso di libbre 16, oscillava tra 78° $\frac{1}{2}$, e 81° $\frac{1}{2}$, media 80.°

Esp. X. Col peso di libbre 18, oscillava tra 78.° ed 81.°, media 79.° 30'.

Esp. XI. Col peso di libbre 20, oscillava tra 78.° ed 80°, media 79.°

Esp. XII. Col peso di libbre 25, oscillava tra 77.° e 79° 3, media 78.° 22 $\frac{1}{2}$.

Esp. XIII. Col peso di libbre 30, oscillava tra 76° $\frac{1}{2}$, e 74° $\frac{1}{2}$; media 75.° 30'.

Esp. XIV. Col peso di libbre 35, oscillava tra $71.^\circ$ e 74, media $72.^\circ$ $30'$.

Esp. XV. Col peso di libbre 40, oscillava tra $69^\circ \frac{1}{2}$, e $74^\circ$, media $71.^\circ$ $45'$.

Esp. XVI. Col peso di libbre 50, oscillava tra $69.^\circ$ $73^\circ \frac{1}{2}$, media $71.^\circ$ $15'$.

Esp. XVII. Col peso di libbre 60, oscillava tra $65^\circ \frac{3}{4}$, e $69^\circ \frac{1}{2}$, media $67.^\circ$ $37' \frac{1}{2}$.

Esp. XVIII. Col peso di libbre 70, oscillava tra $59^\circ \frac{3}{4}$, e $62.^\circ$, media $60.^\circ$ $52' \frac{1}{2}$.

Esp. XIX. Col peso di libbre 80, oscillava tra $59.^\circ$ e $61^\circ \frac{1}{2}$, media $60.^\circ$ $15'$.

Esp. XX. Col peso di libbre 90, oscillava tra $51^\circ \frac{1}{2}$, e $56^\circ$, media $33.^\circ$ $45'$.

Esp. XXI. Col peso di libbre 100, oscillava tra $44^\circ \frac{1}{4}$, e $48^\circ \frac{3}{4}$, media $46.^\circ$ $30'$.

Essendo stato tolto il peso per fortificare la puleggia, e lasciata così libera la Ventola, essa oscillava tra $89.^\circ$ e $91^\circ$, media $90.^\circ$ Questa oscillazione è minore di prima. Il Grado medio dell' Esperienza I., è di $90 \frac{1}{2}$.

Indi assicurata la fune, e la puleggia per i pesi maggiori, furono continuate l'esperienze come segue.

Esp. XXII. Fu rimesso il peso di libbre 100, per osservar di bel nuovo collo stesso peso, e poi continuare, e l'oscillazione versava tra $44^\circ \frac{1}{2}$, e $49^\circ$, media $46.^\circ$ $45'$.

Esp. XXIII. Fu fatto il peso di libbre 110, ed oscillava tra $43^\circ \frac{1}{2}$, e $46^\circ \frac{3}{4}$, media $45^\circ$ $7'.\frac{1}{2}$.

Esp. XXIV. Col peso di libbre 120, oscillava tra $36^\circ \frac{1}{2}$, e $41^\circ \frac{1}{2}$, media $39.^\circ$

Esp.

Esp. XXV. Col peso di libbre 130, oscillava tra $33.^{\circ}$ e $37^{\circ}\frac{1}{4}$, media $35.^{\circ}\ 7'\frac{1}{2}$.

Esp XXVI. Col peso di libbre 140, oscillava tra $28^{\circ}\frac{1}{2}$, e $31^{\circ}\frac{1}{2}$, media $30.^{\circ}$

Esp. XXVII. Col peso di libbre 150, oscillava tra $21^{\circ}\frac{1}{2}$, e $24^{\circ}\frac{3}{4}$, media $23.^{\circ}\ 7'\frac{1}{2}$.

Esp. XXVIII. Aspettando un pochino la lancetta, da gradi $21\frac{1}{2}$, riducevasi a 10, e poi 6, e poi a $2\frac{1}{2}$, che è segno, che una piccola forza di più la faceva trapassare i gradi 90. Onde furono levate libbre 10, e si tornò a libbre 140, e con esse l'oscillazione era tra $18.^{\circ}$ e $21^{\circ}$, media $19.^{\circ}\ 30'$.

Esp. XXIX. Furono aggiunte libbre 2, e così libbre 142, e l'oscillazione era tra $17^{\circ}\frac{1}{2}$, e $20^{\circ}$, media $18.^{\circ}\ 30'$.

Esp. XXX. Con libbre 144, oscillava tra $10.^{\circ}$ e $16^{\circ}$, media $13.^{\circ}$

Esp. XXXI. Con libbre 146, oscillava tra $8.^{\circ}\frac{1}{2}$, e $12^{\circ}\frac{1}{2}$, media $10.^{\circ}\ 30'$.

Esp. XXXII. Con libbre 148, oscillava tra $5.^{\circ}\frac{1}{2}$, e $10\frac{1}{4}$, media $7.\ 52'\frac{1}{2}$.

Esp. XXXIII. Con libbre 150, oscillava tra $5.^{\circ}$ e $6^{\circ}\frac{1}{2}$, media $5.^{\circ}\ 45'$.

Esp. XXXIV. Con libbre 151, oscillava tra $4.^{\circ}$ e $6^{\circ}$, media 5.

Esp. XXXV. Con libbre 152, era arrivata a o, e passava di un mezzo grado.

Fu avvertito, che il pelo dell'acqua dalle ore 11. alle ore 3. dopo mezzogiorno, era lo stesso ad un paletto ivi collocato.

*Esperienze de' Galleggianti.*

*Num* 28. Fatte le osservazioni degli angoli colla Ventola, fu misurata la velocità superficiale col mezzo de' Galleggianti, e così furon fatte le seguenti esperienze.

Esp. I. Nel tempo di 80". il Galleggiante scorse canne 18, cioè braccia 90. Ma la presente sperienza è alquanto dubbiosa.

Esp. II. Nel tempo di 68". il Galleggiante scorse le stesse braccia 90.

Esp. III. Nel tempo di 70". passò il Galleggiante.

Esp. IV. Nel tempo di 66". passò il Galleggiante, la media sarà di 68". Ma più giusta prossimamente si potrà fare di 70".

*Seconda Serie di esperienze fatte il dì 20. Gennajo* 1779. *per riconfrontare la prima Serie con diverso numero, e ripartimento di pesi.*

*Num.* 29. Per ritrovare la verità in diverse maniere è stato pensato di fare una seconda Serie di osservazioni intorno al rapporto de' pesi, e degli angoli di obliquità, co' quali il fluido percuote un dato ostacolo. Nella prima Serie non potendosi indovinare, qual fosse il peso totale equivalente all'impressione perpendicolare del fluido sopra la data superficie, sono stati aggravati i pesi senza alcuna legge regolare, badando solo di cominciare, e di finire con piccoli aumenti di peso, per render più sensibili i primi, ed ultimi angoli di obliquità. Ma riconoscendosi ora dalla prima Serie, che il peso totale della

la forza del Fiume sulla superficie rettangola della ventola si accosta a libbre 150, ho creduto proprio di formare una serie di pesi, ciascuno di libbre dieci fino alle libbre centotrenta, per poi diminuire i detti pesi fino alle libbre 150, dove sarà il zero dell' inclinazione. Benchè sia stato un azzardo, che detto peso totale sia di libbre 150, pure esso sarà assai commodo per paragonare i detti pesi a seni degli angoli orizzontali, e per decidere con indubitate esperienze, se le impressioni, o forze vive del fluido sieguano la ragion semplice, ovvero la ragion duplicata de' seni de diversi angoli di obliquità, co' quali il fluido percuote una costante superficie verticale, diversamente disposta rispetto alla linea del fluido. Le osservazioni dunque di questa Serie saran le seguenti.

*Sperienze del dì 20. Gennajo.*

*Num.* 30. Esp. I. Fu osservato il pelo dell' acqua al paletto stabilito sulla ripa d'Arno, per vedere, se l'acqua dal dì 19. al 20. fosse scemata, o cresciuta. E' stato trovato, che il Fiume era calato soldi 2. di braccio. Fu lasciata libera la Ventola alla corrente dell' acqua, in tal modo, che essa era precisamente sommersa senza sporgere fuori dell' acqua, e l'oscillazione versava tra 86.° e 94.°

Passavano i Ghiacci galleggianti, che venivano dal Padule di Fucecchio, ma questi per sorte passavano dietro al Castello sotto il Ponte già stabilito, e non urtavano punto nè la Ventola, nè il Castello.

Esp. II. Furono cominciati i pesi con aggravare sole libbre 10. addosso alla puleggia della Ventola, e l'oscillazione era tra 78.° ½ e 85°, media 81.° 45'.

Esp. III. Con altre libbre 10, fu fatto il carico di libbre 20, ed allora l'oscillazione era racchiusa tra 69.° e 77°, media 73.°

Esp. IV. Col peso di libbre 30, oscillava tra 69.° e 74°, media 71.° 30'.

Esp. V. Col peso di libbre 40, oscillava tra 64.° e 70°, media 67.°

Esp. VI. Col peso di libbre 50, oscillava tra 59.° e 64° ¾, media 61.° 52' ½.

Esp. VII. Col peso di libbre 60, versava tra 56.° e 60° ¾, media 58.° 22' ½.

Esp. VIII. Aggravato con libbre 70, era tra 50° ½, e 55°, media 52.° 15'.

Esp. IX. Con libbre 80, oscillava tra 46° ¼, e 49°, media 47.° 37' ½.

Esp. X. Con libbre 90, oscillava tra 38.° e 43°, media 40° ½.

Esp. XI. Con libbre 100, oscillava tra 31° ½, e 35°, media 33.° 15'.

Esp. XII. Si è cominciato ad aggiungere pesi minori, cioè di libbre 2, per poter meglio assicurare il peso totale. Il peso di questa esperienza era di libbre 102, ed in tal peso l'oscillazione era tra 31° ½, e 33°, media 32.° 15'.

Esp. XIII. Col peso di libbre 104, oscillava tra 29.° e 32°, media 30.° 30'.

Esp. XIV. Col peso di libbre 106, era tra 26.° e 29°, media 27.° 30'.

Esp. XV. Con libbre 108, oscillava tra 25° ½, e 28° ½, media 27.°

Esp. XVI. Con libbre 110, oscillava tra 24.° e 26° ½, media 25.° 15'.

Esp.

Esp. XVII. Con libbre 112, era tra 21° ½, e 24°, media 22.° 45'.

Esp. XVIII. Con libbre 114, oscillava tra 16° ¼, e 19°, media 17.° 45'.

Esp. XIX. Con libbre 116, era tra 13° ½, e 16° ½, media 15.°

Esp. XX. Con libbre 118, era tra 12.° 15°, media 13.° 30'.

In questo mentre si è osservato, che la corrente cresceva, e che ciò proveniva dalla rottura del ghiaccio della Gusciana, che prima era serrata da parte a parte. Onde è convenuto fare un'altra serie di esperienze, tenendo la presente serie come soggetta a qualche dubbio. E realmente era troppo diminuito il peso d'oggi da quello di jeri agli stessi gradi.

*Terza Serie di esperienze nella stessa mattina del dì* 20. *colla Gusciana liberamente corrente.*

*Num.* 31. Esp. I. Lasciando libera la Ventola senza alcun peso, essa oscillava tra 86.° e 92.° media 89.° Questa è differente dalla seconda Serie, per la prevalenza della corrente della Gusciana, sciolto il suo ghiaccio. In fatti al paletto era cresciuta l'altezza di un quattrino, e più, quasi 2.

Esp. II. Furono aggravate libbre 10, ed oscillava tra 80.° e 84°, media 82.°

Esp. III. Con libbre 20, di peso, oscillava tra 74.° e 78°, media 76.°

Esp. IV. Con libbre 30, oscillava tra 69.° e 74° ½, media 71.° 45'.

Esp. V. Con libbre 40, oscillava tra 64.° e 68°, media 66.°

Esp.

Esp. VI Con libbre 50, oscillava la Ventola tra 62.° e 65.° ½, media 63.° 45′.

Esp. VII. Con libbre 60, oscillava tra 59.° e 62.° ½, media 60.° 45′.

Esp. VIII. Con libbre 70, oscillava tra 51.° e 57°, media 54.°

Esp. IX. Con libbre 80, oscillava tra 46.° e 49.° ½, media 42.° 45′.

Esp. X. Con libbre 90, oscillava tra 40° ½ e 48°, media 44.° 15′.

Esp. XI. Con libbre 100, oscillava tra 30.° e 34.° ¾, media 32.° 22′ ½.

Esp. XII. Con libbre 110, oscillava tra 24.° e 27°, media 25.° 30′.

Esp. XIII. Con libbre 120, oscillava tra 11.° ½ e 18.°, media 14.° 45′.

Esp. XIV. Si comincia ad aggravar meno i pesi, e così colla giunta di libbre 2, era il peso 122, e oscillava tra 10.° ½, e 12.° ½, media 11.° 30′.

Esp. XV. Col peso di libbre 124, oscillava tra 9.° e 10.° ½, media 10.°

Esp. XVI. Col peso di libbre 126, oscillava tra 0°, e 3. dalla parte contraria. Aggiuntavi una sola libbra, l'indice usciva dal quadrante. Onde il peso totale in questa serie può sicuramente valutarsi di libbre 126, senza poter temere di una libbra di divario. Anzi neppure di una mezza libbra, giacchè tolta la libbra, ed aggiunte sole once 6, usciva l'indice dal quadrante.

Il pelo dell'acqua restò sempre costante in questa serie, ed in essa fu usata una gran diligenza, per avere il limite delle oscillazioni.

E' mi-

E' mirabile, che nella Serie di jeri, essendo l'acqua più alta di soldi $1\frac{1}{3}$, il peso totale fu di libbre circa 150. In questa terza Serie collo sbassamento di detto soldo $1\frac{1}{3}$, diminuì fino a libbre 126. E nella seconda Serie, benchè non ben compita, pure si vede del divario paragonandola alla prima, ed alla terza. Nella seconda il livello del Fiume era più basso di soldi 2, e nella terza di 4, rispetto al dì 19. Va ben rilevato, che per sì piccole differenze di altezza, i pesi siano così differenti.

### *Quarta Serie di esperienze, per dedurre le velocità a diversi Strati inferiori del fluido.*

*Num.* 32. Esp. I. Fu aggravato il peso di libbre 60, e fu osservato l'indice, che oscillava tra gradi $54\frac{1}{2}$, e 59, stando la Ventola alla superficie dell'acqua, ed immersa per i suoi soldi $6\frac{2}{3}$.

Esp. II. Fu abbassata la Ventola sotto l'acqua soldi $6\frac{2}{3}$, ed allora l'indice oscillava tra 54.° e 58°, media 56.°

Esp. III. Fu abbassata la Ventola altri soldi $6\frac{2}{3}$, ed il limite delle oscillazioni era tra 57.° e 62°, media 59.° 30'.

Esp. IV. Fu abbassata la Ventola altri soldi $6\frac{1}{2}$, e l'indice oscillava tra 59.° e 63°, media 61.°

Esp. V. Coll'abbassamento di altri soldi $6\frac{1}{2}$, l'oscillazione fu osservata tra 60.° e 63°, media 61° $\frac{1}{2}$.

Esp. VI. Tenendo sempre costante lo stesso peso fu abbassata la Ventola altri soldi $6\frac{2}{3}$, ed oscillava tra 64.°, e 67° $\frac{1}{2}$, media 65.° 45'.

Esp. VII. Con altro sbassamento di soldi $6\frac{2}{3}$, l'indice oscillava tra 65.° e 69°, media 67.°

Esp. VIII. Fu fatto un altro sbassamento della Ventola della stessa misura, e l'oscillazione era tra 61.° e 65°, media 63.°

Esp. IX. Con un altro sbassamento di soldi $6\frac{1}{3}$, l'indice oscillava tra 61° $\frac{1}{2}$, e 64°, media 62.° 45'.

Esp. X. Con altro simile abbassamento della Ventola, oscillava l'indice tra 59° $\frac{1}{2}$, e 62° $\frac{1}{2}$, media 61.°

Esp. XI. Con altro abbassamento di soldi $6\frac{1}{3}$, oscillava tra 56.° e 61°, media 58.° 45'.

Esp. XII. Con un altro abbassamento simile, oscillava tra 55° $\frac{1}{2}$, e 61°, media 58.° 15'.

Esp. XIII. Con altro abbassamento, oscillava tra 54° $\frac{1}{2}$, e 59°, media 56.° 45'.

Finquì si potè abbassare la Ventola, ma essa restava discosta dal fondo del Fiume più di un braccio.

Rilevasi da tale sperienza, che la velocità della superficie, e quella di un braccio dal fondo, sia quasi uguale, e nel mezzo sia minore, ma non di molto, ma convien procurare, che si giunga al fondo.

*Misure della velocità superficiale col Galleggiante.*

*Num.* 33. La distanza fu come jeri di braccia 90.

| | |
|---|---|
| Il Galleggiante passò al primo traguardo a - - - | 54". |
| Passò al secondo traguardo a - - - - - - - | 120". |
| Impiegò nel viaggio - - - - - - - | 76". |

*Secon-*

*Seconda misura.*

Il Galleggiante passò la prima linea a - - - - 27'. 28".
Alla seconda - - - - - - - - - - - - - - 28'. 44".
Differenza - - - - - - - - - - - 1'. 16",
cioè 76". come prima.

*Quinta Serie di esperienze fatte per dedurre il peso totale, ed il peso, che compete all'obliquità di gradi 45.*

*Num.* 34. La mattina del dì 21. Gennajo era più tranquilla di tutte le altre giornate con Sole chiarissimo, con freddo quasi uguale agli altri giorni, e senza alcun vento, che potesse mai turbare le impressioni del fluido contro la superficie della Ventola. Queste favorevoli circostanze m'invitarono a fare la presente classe di esperienze, nella quale senza ricercare gli altri angoli, e pesi, cioè quello, che competeva all'angolo retto corrispondente alla forza perpendicolare del fluido, e quello, che esigeva l'angolo semiretto, affinchè il peso si equilibrasse su tal angolo colla forza del fluido. Questi due soli pesi, ed angoli con evidenza decidono la questione Idraulica, intorno alle impressioni del fluido su diversi angoli di obliquità. Poichè, come ognun sa, quando le forze crescessero in ragion duplicata de seni delle obliquità, allora i pesi esser dovrebbono come il quadrato di 100, al quadrato di 71, cioè prossimamente, come 2. a 1. Quando però la natura seguisse non già i quadrati de seni, ma la ragion semplice de'medesimi, allora il peso sotto l'angolo retto, al peso sotto l'angolo

femiretto, ftarebbe come i femplici due numeri 100, e 71. Il divario de' primi pefi a fecondi è molto notabile, e perciò fi deve fubito riconofcere qual fia la vera legge della natura. Per quefto genere di efperienze ho procurato in primo luogo, che l'indice de' gradi aveffe la metà dell'ofcillazione fopra i gradi 90, facendolo talmente girare, che a tal punto colla maggiore efattezza corrifponda.

Ho procurato in fecondo luogo, che il pefo totale fotto l'angolo retto fia determinato con ogni maggior diligenza, aggiugnendo piccoli pefi verfo il punto del zero, che è quello di tutto l'angolo retto.

Ottenuto tal pefo totale, ho fatto aggravare la fporta de' pefi con un pefo tale, che fia proporzionale a due feni 100, e 71, facendo al folito l'analogia, come il 100: 71, così il pefo totale trovato, al quarto termine di ragione. E' manifefto, che fotto la legge della femplice ragione de' feni, l'indice deve battere proffimamente a gradi 45, e qualche accidental divario non dee nulla nuocere al rifultato.

Poi togliendo un tal pefo, ho fatto aggiugnere foltanto la metà del pefo totale, per efplorare, fe con tal circoftanza batte a gradi 45, oppure fe ne allontana, e quanto fia il fuo difcoftamento. Con tale idea fono ftate fatte l'efperienze feguenti.

Efperienza I.

*Num.* 35. Al paletto delle mifure era il pelo dell'acqua foldi 2, fotto la tacca, come jeri mattina al principio delle mifure.

Si è procurato girando l'indice di collocarlo in modo, che la femiofcillazione batteffe a gradi 90, ma effendo ciò molto

to difficile, ſi ottenne, che l'oſcillazione verſaſſe tra gradi 86, e $93\frac{1}{2}$. Onde il divario dal mezzo ſarà di ſoli 15. minuti.

Aggravando poi libbre 100, l'indice era in circa 34.°

Con altre libbre 5, l'indice era tra 32.° e 33°, media 32° $\frac{1}{2}$.

Con altre libbre 10, era tra 18° $\frac{1}{2}$, e 20°, media 19.° 15'.

Con libbre 2, di più era 13° $\frac{1}{2}$, e 17°, media 15.° 15'.

Con altre libbre 2, era tra 5.° e $\frac{1}{4}$, media 2.° 37' $\frac{1}{2}$.

Con altra libbra 1, la lancetta ſcappava dal quadrante. Onde il peſo totale è ſtato di libbre 120.

Eſperienza II.

Furono aggravate ſole libbre 60, cioè la metà del peſo totale, ed allora le oſcillazioni furono.

La prima oſcillazione tra 58° $\frac{1}{2}$, e 62°, media 60.° 15'.

La ſeconda tra 58° $\frac{1}{2}$, e 61°, media 59.° 45'.

La terza tra 59° $\frac{1}{2}$, e 62° $\frac{1}{4}$, media 60.° 52' $\frac{1}{2}$. Onde troppo ſiamo lontani da gradi 45.

Eſperienza III.

Facendo l'analogia come 1000 : 707. = 120 al quarto, queſto ſi trova di libbre 84. 84. cent., le quali furono collocate ſul Portapeſi. Ed allora fu

L'oſcillazione I. tra 40°, e 48° $\frac{1}{2}$, media 48.° 15'.

La II. tra 46° $\frac{1}{2}$, e 50°, media 48.° 15'.

La III. tra 48° $\frac{1}{2}$, e 52°, media 50.° 15'.

Da tali oſcillazioni rilevaſi, che l'angolo è alquanto maggiore di 45.° Onde fu ripigliato il peſo totale come appreſſo.

Eſperienza IV.

Per ottenere il peſo totale, furono collocate libbre 120, e l'oſcillazione era tra 32° $\frac{1}{2}$, e 33° $\frac{1}{4}$. L'acqua era creſciuta quaſi denari ſei. Con

Con altre libbre 5, si ridusse l'indice a 16.°

Con altre libbre 2, l'indice usciva dal quadrante ma lentamente, Onde potremo aggiugnere almeno libbre 1., e saranno libbre 128. per il peso totale.

Esperienza V.

Furono aggravate libbre 64, cioè la metà del peso totale, e l'indice

Per l'oscillazione I. era tra 56.°, e 59°, media 57° $\frac{1}{2}$.

Per l'oscillazione II. tra 55.°, e 57° $\frac{1}{2}$, media 56° $\frac{1}{4}$.

Per l'oscillazione III. tra 58° $\frac{1}{2}$, e 62°, media 60° $\frac{1}{4}$.

Onde siamo ancora in questa esperienza troppo lontani da gradi 45.

Esperienza VI.

Furono collocate libbre 91., che è la quarta proporzionale, come sopra rispetto alle libbre 128. Ed allora fu

L'oscillazione I. tra 46.° e 49° $\frac{1}{2}$, media 47° $\frac{3}{4}$.

L'oscillazione II. tra 45° $\frac{3}{4}$, e 49° $\frac{1}{8}$, media 47.° 87′ $\frac{1}{2}$.

L'oscillazione III. tra 47° $\frac{1}{2}$, e 48° $\frac{1}{2}$, media 48.° o.

Il pelo dell'acqua non era punto cresciuto.

Compite queste sperienze mi sovvenne, che in vece delle medie oscillazioni era più giusto di computare le minime oscillazioni, giacchè alla minima oscillazione si pigliava il peso totale, il quale non poteva regolarsi coll'oscillazione media, perchè a tal media usciva l'indice dal quadrante. Onde pigliando tal limite minimo delle oscillazioni, il grado colla metà del peso tornerà a gradi 56, e col peso di libbre 91. che è la parte $\frac{707}{1000}$ del totale, tornerà a gradi 45 $\frac{3}{4}$, ovvero 46, che si approssima assai alla Teorìa delle forze in ragion semplice de' seni di obliquità.

*Se-*

## *Sesta Serie di esperienze, per le diverse immersioni della Ventola.*

*Num.* 36. Esp. I. Avendo collocata la Ventola al pelo dell' acqua, ed aggravata di libbre 64, l'indice oscillava tra 58° ½, e 61°, media 59.° 45'.

Esp. II. Fu abbassata la Ventola di soldi 6½, ed allora l'oscillazione era tra 56° ½, e 58° ½., media 52.° 30'.

Esp. III. Collo sbassamento di altri soldi 6½, era tra 57.° e 59° ¼, media 58.° 7' ½.

Esp. IV. Con altro simile sbassamento, versava tra 59.° e 62.°, media 60° ⅛.

Esp. V. Con altro sbassamento, versava tra 60° ¼, e 63°, media 61.° 37' ½.

Esp. VI. Con altro sbassamento, era tra 57° ½, e 60°, media 58.° 45'.

Esp. VII. Con altro sbassamento, versava tra 56.° e 59°, media 57.° 30'.

Esp. VIII. Con altro sbassamento, era tra 55.° e 58°, media 56.° 30'.

Esp. IX. Con altro sbassamento, oscillava tra 54.° e 56°, media 55.°

Esp. X. Con altro sbassamento, era tra 54° ½, e 56°, media 55.° 15'.

Esp. XI. Con altro sbassamento, era tra 49.° e 51°, media 50.°

Esp. XII. Con altro sbassamento, era tra 51.° e 53°, media 52.°

Finquì l'esperienze

Poi

Poi fu misurata la profondità dell'acqua fino alla linea superiore della Ventola, che si trovò di braccia 3. 13. 4, ed aggiungendovi la sua altezza di soldi 12½, sarà braccia quattro soldi 5. e danari 10, cioè quasi soldi 6.

In 12 sbassamenti, sono soldi 75, e colla giunta della metà della Ventola sono soldi 81⅓.

Si avverta, che i nodi, colla forza, che si faceva erano l'uno dall'altro distanti soldi 6⅔, e non già soldi 6¼.

Misurata la profondità al fondo, essa era di braccia 5⅓, da cui detraendo braccia 4. soldi 6, restava la Ventola alta sopra il fondo braccia 1. soldi 4, e lo stesso era il giorno di jeri.

Avvertasi, che ne' tre giorni dell'esperienze, le acque del Fiume erano chiarissime, e perciò di piccola tenacità.

Spirava un vento leggiero di Tramontana.

*Sperienze de' Galleggianti.*

| | | |
|---|---|---|
| *Num.* 37. Sper. I. Primo passaggio al traguardo superiore in | - - - - - - - - - - - - - - - - - | 33'. 12'' |
| | Secondo passaggio - - - - - - - | 34'. 34'' |
| | Tempo del passaggio - - - - - - | 1'. 22'' |
| Sperienza II. | Primo passaggio - - - - - - - | 39'. 7'' |
| | Secondo passaggio - - - - - - - | 40'. 37'' |
| | Tempo del passaggio - - - - - - | 1'. 30'' |
| Sperienza III. | Primo passaggio - - - - - - - | 43'. 41'' |
| | Secondo passaggio - - - - - - - | 45'. 2'' |
| | Tempo del passaggio - - - - - - | 1'. 21'' |

Si avverte, che l'esperienza seconda sarà più prossima al giusto, perchè il Galleggiante passò vicino al Castello, e si tenne nel mezzo.

Essen-

Essendo stato smontato l'Albero della Ventola, per trovar la cagione del minore sbassamento di essa, fu rinvenuto, che il legname stagionato dell'Albero era così rigonfiato coll' inzuppamento dell'acqua, che il quadro del Bracciolo non poteva più discendere, ed essendo stato misurato quanto mancasse per giugnere al fondo, fu ritrovato appunto, che mancavano braccio 1. soldi 4, come si era dedotto dalla misura sotto l'acqua. Onde è convenuto rimediare slargando un tantino il quadro del Bracciuolo, affinchè nelle seguenti sperienze possa arrivarsi alla profondità di braccia 5, e più, che è quella, che molto importa, per riconoscer le velocità del Fiume prossime al suo fondo.

*Settima Serie di esperienze, per rilevare le velocità degli Strati fino alla maggior profondità di braccia 5. e più.*

*Num.* 38. Ridotto l'albero, ed i due quadri del bracciuolo in tal modo, che potesse la Ventola Idraulica discendere quasi fino al fondo dell'Arno, furono intraprese le sperienze, per conoscer tutta la scala della superficie fino al fondo, per riconoscer se vi è qualche punto della massima velocità, e dove esso sia.

Lo spirare, che faceva leggermente la Tramontana dalle copiose nevi cadute sugli Appennini, doveva qualche poco alterare la velocità della superficie, e degli Strati ad essa contigui, che dovevane risentire il moto del superficiale ondeggiamento. Onde fu procurata una giornata di calma maggiore, per togliere il sospetto delle estranee alterazioni del vento, e per concludere la vera scala delle velocità, cagionata da soli mo-

ti delle acque. Questi stessi troppo son composti nelle loro circostanze. In una corrente di Fiume ha luogo una parte delle superiori cadute. Influiscono le tante percosse, e ripercosse, che esso ha sofferte dal lungo viaggio, ora di 60, ora di 100, ora di più centinaja di miglia. Opera pur la natural gravità del fluido dalla superficie sino al suo fondo. Ad essa però resiste la tenacità de' diversi Strati del fluido. Resiste la scabrosità delle ripe, e del fondo. Accresce la velocità il declive del Fiume ora maggiore, ora minore. Il nostro Arno corre in ghiaja quasi fino ad Empoli, e la sua declività in tal tronco è più considerabile. Poi diminuisce da Empoli sino all'Era, e sempre più dall'Era sino a Pisa, e sino al Mare. Il complesso di tante cagioni, parte favorevoli, e parte contrarie alle velocità, opera nel Fiume dalla superficie sino al fondo. Il risultato di tutte queste azioni, e di tutte queste resistenze ci presenta la scala delle attuali velocità.

Qual maraviglia adunque, che essendo stati finora limitati gli studj degl'Idraulici, o al Triangolo, o alla Parabola Apolloniana, per attendere dalle loro semiordinate le velocità degli Strati inferiori, la natura, che diversamente compone, ed estingue le velocità inferiori, siasi mostrata tanto ritrosa alle loro ricerche? Altro non restava, che misurare con qualche artifizio l'attuale scala delle sue velocità, per vedere, se vi è legge alcuna costante, e se al contrario tal legge sia variabile secondo le diverse influenze de' principj, che concorrono alle velocità, e degli altri, che tendono ad estinguerle.

Tale essendo l'oggetto delle nuove mie sperienze, passerò alla settima Serie delle medesime.

*Adì*

*Adì* 22. *Gennajo* 1779.

*Num.* 39. Esp. I. Fu misurato il pelo dell'acqua al Caposaldo del palo, e fu trovato sotto il segno del primo giorno, soldi 1. 8. denari, cioè quasi come jeri mattina. Lasciando libera la Ventola alla corrente, essa oscillava tra 89.° e 94.° Vi era un venticello assai leggiero di Tramontana, che appena faceva piegare una carta gettata in aria.

Esp. II. Fu aggravato il peso di libbre 60, ed allora la Ventola oscillava la prima volta tra - - $50^{\circ}$, e $54.^{\circ}$

La seconda volta tra - - $49^{\circ}$, e $53.^{\circ}$

media gradi - - $49\frac{1}{2}$, e $53\frac{1}{2}$) media della totale 51. 30.

Esp. III. Fu abbassata la Ventola di soldi $6\frac{1}{4}$, ed allora la prima oscillazione fu tra - $50^{\circ}$, e $53.^{\circ}$

La seconda tra - - $49^{\circ}$, e $51.^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - $49\frac{1}{2}$, e $52\frac{1}{4}$) 50. 52.

Esp. IV. Con altro sbassamento la prima oscillazione della Ventola batteva tra - $49^{\circ}\frac{1}{2}$, e $52.^{\circ}$

La seconda oscillazione tra - $50^{\circ}$, e $54.^{\circ}$

media tra gradi - $49\frac{3}{4}$, e 53.) 51. 22.

Esp. V. Fatto un nuovo sbassamento la prima oscillazione era tra - - - - $48^{\circ}\frac{1}{2}$, e $50.^{\circ}$

Seconda oscillazione - - - $49^{\circ}$, e $51.^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - 49, e $50\frac{3}{4}$) 49. 52.

Esp. VI. Fatto altro sbassamento simile di soldi 6 $\frac{1}{2}$, la prima oscillazione fu tra - 45°, e 47° $\frac{1}{2}$

La seconda tra - - - - 44° $\frac{1}{2}$, e 46°

media tra gradi - 44 $\frac{3}{4}$, e 46 $\frac{3}{4}$ ) 45. 45.

Esp. VII. Con altro simile abbassamento la prima oscillazione fu tra - - - - 43°, e 44° $\frac{3}{4}$

La seconda tra - - - - 42° $\frac{3}{4}$, e 45° =

media tra gradi - 42 $\frac{7}{8}$, e 44 $\frac{7}{8}$ ) 43. 51.

Esp. VIII. Facendo un nuovo, e simile sbassamento, la prima oscillazione fu tra - 41°, e 44°

La seconda tra - - - - 43°, e 45°

media tra gradi - 42, e 44 $\frac{1}{2}$ ) 43. 15.

Esp. IX. Fu fatto altro simile sbassamento, ed allora la prima oscillazione seguì tra - 40° $\frac{3}{4}$, e 43 $\frac{1}{2}$

La seconda tra - - - - - 41°, e 44°

media tra gradi - 40 $\frac{7}{8}$, e 43 $\frac{3}{4}$ ) 42. 18.

Esp. X. Fu fatto nuovo sbassamento, e la prima oscillazione era tra - - 37°, e 39° $\frac{1}{2}$

La seconda tra - - - - 36° $\frac{1}{4}$, e 38° $\frac{3}{4}$

media tra gradi - 36 $\frac{5}{8}$, e 39 $\frac{1}{8}$ ) 37. 52.

Esp. XI. Con altro sbassamento, la prima oscillazione fu tra - - - - 34°, e 36° $\frac{1}{2}$

La seconda tra - - - - 34°, e 36° =

media tra gradi - 34, e 36 $\frac{1}{2}$ ) 35. 7.

Esp.

Esp. XII. Fu continuata la sommersione della Ventola con altri soldi $6\frac{1}{4}$, e la prima oscillazione fu tra - - - - - - - - - - $33^\circ$, e $35^\circ\frac{1}{2}$

La seconda tra - - - - - - $32^\circ$, e $34^\circ$

media tra gradi - $32\frac{1}{2}$, e $34\frac{3}{4}$) 33. 37.

Esp. XIII. Con altra simile sommersione, la prima oscillazione batteva tra - - - - $30^\circ\frac{1}{4}$, e $32^\circ$

La seconda tra - - - - - - $32^\circ$, e $33^\circ$

media tra gradi - $31\frac{1}{8}$, e $32\frac{1}{2}$) 31. 48.

Esp. XIV. Fatto un altro sbassamento, la prima oscillazione versava tra - - - - - - $26^\circ$, e $28^\circ$

La seconda tra - - - - - - $24^\circ$, e $26^\circ$

media tra gradi - 25, e 27) 26. 00.

Esp. XV. Con altro sbassamento la prima oscillazione batteva tra - - - - - - - $19^\circ$, e $21^\circ$

La seconda tra - - - - - - $18^\circ$, e $22^\circ$

media tra gradi - $18\frac{1}{2}$, e $21\frac{1}{2}$) 20. 00.

Esp. XVI. Fu fatto altro sbassamento, e la prima oscillazione batteva tra - - - - $20^\circ$, e $25^\circ$

La seconda tra - - - - - - $10^\circ$, e $16^\circ$

media tra gradi - 15, e $20\frac{1}{2}$) 17. 45.

Esp. XVII. Fu fatto altro sbassamento, ed allora la lancetta della Ventola usciva dal Quadrante, ma già la Ventola era al fondo, e così abbiamo 15. sbassamenti, cioè soldi - 94 =

A quali aggiungasi la Ventola di - - - - $12\frac{1}{2}$

Sarebbe la profondità di soldi - - - - - $106\frac{1}{2}$

Essendo finita la presente Serie, e riscontrato l'indice, si è trovato, che esso era girato nel tempo delle misure, e perciò la Serie sarà dubbiosa. Pare per altro, che l'alterazione della Lancetta sia accaduta all'ultimo, ma ciò sarà riscontrato in altre esperienze.

### *Ottava Serie di esperienze.*

*Num.* 40. Esp. I. Essendo stato ben fermato l'indice, oscillava tra 89.° e 94.°

Esp. II. Indi fu aggravato il peso di libbre 40, ed allora l'oscillazione era tra - - - - $67^\circ$, e $72^\circ$
Per la seconda volta tra - - $66^\circ\frac{1}{2}$, e $69^\circ\frac{1}{4}$
media tra gradi - $66\frac{3}{4}$, e $71\frac{1}{8}$ ) media 68. 56.

Esp. III. Fu abbassata la Ventola di soldi $6\frac{1}{4}$, e fu la prima oscillazione tra - - - - $69^\circ$, e $70^\circ\frac{1}{2}$
La seconda tra - - - - - $67^\circ$, e $70^\circ$ =
media tra gradi - $68$, e $70\frac{1}{4}$ ) 69. 7.

Esp. IV. Con altro sbassamento, oscillava la prima volta tra - - - - - - - - $67^\circ$, e $69^\circ$
La seconda volta tra - - $67^\circ\frac{1}{2}$, e $69^\circ\frac{1}{2}$
media tra gradi - $67\frac{1}{4}$, e $69\frac{1}{4}$ ) 68. 15.

Esp. V. Con altro sbassamento, la prima oscillazione era tra - - - - - - - - $65^\circ$, e $69^\circ$
La seconda tra - - - - $66^\circ\frac{1}{2}$, e $68^\circ\frac{1}{2}$
media tra gradi - $65\frac{3}{8}$, e $68\frac{3}{4}$ ) 67. 3.

Esp.

Esp. VI. Fatto altro sbaſſamento, la prima oſcillazione fu tra - - - - - - - - - - $63^{\circ}$, e $65^{\circ}$
La ſeconda tra - - - - $60^{\circ}$, e $62^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - $61\frac{1}{2}$, e $63\frac{3}{4}$ ) 62. 37.

Esp. VII. Fatto altro sbaſſamento la prima volta oſcillò tra - - - - - - - - - $60^{\circ}\frac{3}{4}$, e $64^{\circ}$
La ſeconda volta tra - - $60^{\circ}\frac{1}{8}$, e $62^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - $60\frac{5}{8}$, e $63\frac{3}{4}$ ) 62. 10.

Esp. VIII. Fatto altro ſimile sbaſſamento di ſoldi $6\frac{1}{4}$, la prima oſcillazione fu tra - $59^{\circ}$, e $61^{\circ}\frac{1}{2}$
La ſeconda tra - - - - - $60^{\circ}$, e $61^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - $59\frac{1}{2}$, e $61\frac{1}{2}$ ) 60. 30.

Esp. IX. Con nuovo sbaſſamento l' oſcillazione verſava la prima volta tra - - - - - $61^{\circ}$, e $64^{\circ}$
La ſeconda verſava tra - - $60^{\circ}\frac{1}{2}$, e $63^{\circ}$

media tra gradi - $60\frac{3}{4}$, e $63\frac{1}{2}$ ) 62. 7.

Esp. X. Con altro ſimile sbaſſamento, la prima oſcillazione era tra - - - - - - - - $60^{\circ}\frac{1}{2}$, e $63^{\circ}$
La ſeconda tra - - - - - - $60^{\circ}\frac{1}{4}$, e $61^{\circ}\frac{3}{4}$

media tra gradi - $60\frac{3}{8}$, e $62\frac{5}{8}$ ) 61. 30.

Esp. XI. Fatto altro sbaſſamento, la prima oſcillazione era tra - - - - - - - - $59^{\circ}$, e $60^{\circ}\frac{1}{2}$
La ſeconda tra - - - - $57^{\circ}$, e $60^{\circ}$

media tra gradi - 58, e $60\frac{1}{4}$ ) 59. 7.

Eſp.

Eſp. XII. Con un nuovo sbaſſamento, la prima oſcillazione era tra - - - - - - - $58^\circ\frac{1}{2}$, e $60^\circ$

La ſeconda tra - - - - - $58^\circ\frac{1}{2}$, e $60^\circ$

media tra gradi - $58\frac{1}{2}$, e $60$ ) 59. 15.

Eſp. XIII. Col nuovo sbaſſamento, verſava tra - - - - - - - - $55^\circ\frac{1}{2}$, e $57^\circ\frac{3}{4}$.

La ſeconda volta tra - - - $54^\circ\frac{1}{2}$, e $58^\circ$

media tra gradi - $55$, e $57\frac{3}{4}$ ) 56. 22.

Eſp. XIV. Con altro sbaſſamento, la prima oſcillazione fu tra - - - - - - - - - $54^\circ\frac{1}{2}$, e $56^\circ$

La ſeconda tra - - - - - $53^\circ$, e $56^\circ\frac{3}{4}$

media tra gradi - $53\frac{3}{4}$, e $56\frac{3}{8}$ ) 55. 3.

Eſp. XV. Col nuovo sbaſſamento, la prima oſcillazione era tra - - - - - - - - $53^\circ\frac{3}{4}$, e $55^\circ$

La ſeconda tra - - - - - $52^\circ\frac{1}{4}$, e $54^\circ$

media tra gradi - $53\frac{1}{2}$, e $54\frac{1}{2}$ ) 54. 0.

Eſp. XVI. Con un'altro sbaſſamento, era la prima oſcillazione tra - - - - - - - - $49^\circ$, e $51^\circ\frac{1}{2}$

La ſeconda tra - - - - - $49^\circ\frac{1}{2}$, e $51^\circ\frac{1}{2}$

media tra gradi - $49\frac{1}{4}$, e $51\frac{1}{2}$ ) 50. 22.

Eſp. XVII. Con altro sbaſſamento verſava la prima oſcillazione tra - - - - - - - - $58^\circ$, e $42^\circ\frac{1}{2}$

La ſeconda tra - - - - - $37^\circ$, e $40^\circ$

media tra gradi - $37\frac{1}{2}$, e $41\frac{1}{4}$ ) 39. 22.

Essendo la profondità de' soldi 106, cioè braccia 5. e soldi 6, fu scandagliato il fondo del Fiume immediatamente sotto l'albero, e fu trovato di braccia 6, e così l'ultima Sperienza fu fatta a soldi 14, sopra l'Alveo del Fiume.

Non fu misurata la Velocità col Galleggiante, perchè il pelo dell'acqua era lo stesso di jeri, e così non poteva cambiar la Velocità.

Il curioso risultato della settima Serie, che essendo il peso totale di libbre 128, cioè come nel giorno antecedente, sul fondo la forza perpendicolare della Corrente si equilibrava con sole libbre 60, prova, che la Velocità alla superficie, alla velocità prossima al fondo cioè soldi 14, più alta del fondo, stia come la radice del 128 alla radice del 60, giacchè essendo le due forze amendue perpendicolari, la loro azione sarà come il 128 : 60. Ma tali forze sono come le altezze sopra la Ventola per generare le due velocità, e le radici delle altezze sono come le Velocità; Onde le velocità saranno come le radici delle medesime, cioè come 11 31. centesima a 7. 75.

Rifacendo però la stessa Serie collo stesso peso di libbre 60, meglio ci assicureremo di tali due velocità.

*Nona Serie di esperienze fatte per gli Angoli Orizzontali, a dì 23. Gennajo.*

*Num.* 41. Il pelo dell'acqua era alquanto inferiore a soldi 2. Il vento di Tramontana soffiava al solito leggermente in favore della corrente del Fiume.

Esp. I. Avendo lasciata la Ventola liberamente al corso del fluido, essa per la prima volta oscillò tra - - 89°, e 94°

Per la seconda tra - - - - - - - $87^{\circ}$, e $92^{\circ}$
Per la terza tra - - - - - - - - $86^{\circ}\frac{1}{2}$, e $92^{\circ}$
Per la quarta tra - - - - - - - - $87^{\circ}$, e $93^{\circ}$

Tralasciando la prima, le ultime tre si accordano sufficientemente.

Esp. II. Furono aggravate libbre 20, e la prima oscillazione batteva tra - - - - - - - - - - - - $71^{\circ}\frac{1}{2}$, e $74^{\circ}$
La seconda tra - - - - - - - $70^{\circ}$, e $74^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - - - $70\frac{3}{4}$, e $74\frac{1}{4}$

Esp. III. Col peso di libbre 40, oscillò la prima volta tra - - - - - - - - - - - - - - $63^{\circ}$, e $66^{\circ}$
La seconda tra - - - - - - $64^{\circ}\frac{1}{2}$, e $68^{\circ}$

media tra gradi - - $63\frac{3}{4}$, e 67

Esp. IV. Fu aggravato il peso di libbre 60, e la prima oscillazione fu tra - - - - - - - - $56^{\circ}$, e $59^{\circ}$
La seconda tra - - - - - - $55^{\circ}$, e $57^{\circ}\frac{3}{4}$

media tra gradi - - $55\frac{1}{2}$, e $58\frac{3}{8}$

Esp. V. Col peso di libbre 80, la prima oscillazione era tra - - - - - - - - - - - - $46^{\circ}\frac{1}{2}$ e $49^{\circ}\frac{1}{2}$
La seconda tra - - - - - - $47^{\circ}\frac{1}{2}$, e $50^{\circ}$

media tra gradi - - 47, e $49\frac{3}{4}$

Esp. VI. Essendo prossimi a gradi 45. furono aggiunte sole libbre 5.

E così

E così in tutto libbre 85, e la prima oscillazione fu tra - - - - - - - - - - - - - - $46^{\circ}\frac{3}{4}$, e $49^{\circ}$

La seconda tra - - - - - - - $44^{\circ}$, e $47^{\circ}$

media tra gradi - - $45\frac{3}{4}$, e $48$

Esp. VII. Furono aggiunte altre libbre 5, e così tutto il peso era di libbre 90, col quale la prima oscillazione fu tra - - - - - - - - - - - $44^{\circ}$, e $46^{\circ}$

La seconda tra - - - - - $44^{\circ}\frac{1}{2}$, e $46^{\circ}$

media tra gradi - - $44\frac{1}{4}$, e $46$

Esp. VIII. Con altre libbre 5, fu formato il peso di libbre 95, e con esso la prima oscillazione batteva tra - - - - - - - - - - - - - - $43^{\circ}$, e $45^{\circ}$

La seconda tra - - - - $42^{\circ}$, e $44^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - - $42\frac{1}{2}$, e $44\frac{3}{4}$

Esp. IX. Con libbre 100, oscillava la prima volta tra - - - - - - - - - - - - - - $40^{\circ}$, e $42^{\circ}\frac{1}{2}$

La seconda volta tra - - - - $41^{\circ}$, e $43^{\circ}$

media tra gradi - - $40\frac{1}{2}$, e $42\frac{3}{4}$

Esp. X. Con libbre 110, la prima oscillazione era tra - - - - - - - - - - $19^{\circ}$, e $21^{\circ}$

La seconda tra - - - - - - $16^{\circ}$, e $18^{\circ}$

media tra gradi - - $17\frac{1}{2}$, e $19\frac{1}{2}$

Esp. XI. Con libbre 112, oscillò la prima volta tra - - - - - - - - - - $13^\circ\frac{1}{2}$, e $15^\circ$

La seconda tra - - - - - - - $12^\circ\frac{1}{2}$, e $14^\circ\frac{1}{4}$

media tra gradi - - 13, e $14\frac{5}{8}$

Esp. XII. Con libbre 114, oscillò prima tra - $5^\circ$, e $6^\circ\frac{1}{2}$

Poi tra - - - - - - - - $4^\circ$, e $7^\circ$

media tra gradi - - $4\frac{1}{2}$, e $6\frac{3}{4}$

Esp. XIII. Con libbre 115, la prima oscillazione fu tra - - - - - - - - $4^\circ$, e $6^\circ\frac{1}{2}$

La seconda tra - - - - - - $4^\circ\frac{1}{2}$, e $5^\circ\frac{1}{2}$

media tra gradi - - $4\frac{1}{2}$, e 6

Esp. XIV. Con libbre 116, si fermava sopra - o. - [illegible]

E poi a - - - - - - o. - $\frac{3}{4}$

media - - - o. - $\frac{5}{8}$

Esp. XV. Con libbre 117. era a - - - - - o. - o.

E poi l' indice è uscito dal Quadrante.

Esp. XVI. Con libbre 118, l' indice non si fermava nè oscillava, ma con lento moto progrediva sempre uscendo dal Quadrante.

Onde il peso totale del moto perpendicolare del fluido può valutarsi un poco meno di libbre 118. Facendo come 1000 : 707, così 118. al quarto, esso torna di libbre 83. 42. cent. Nell' Esperienza VII., che si accosta a gradi 45, il peso traente era di libbre 90, e così maggiore di $83\frac{1}{2}$, di sole libbre $6\frac{1}{2}$, che possono attribuirsi alle resistenze del pernio superiore, ed inferiore, ed a quella della puleggia, che volge il moto della funicella dall' orizzontale al verticale.

Così senza ricorrere al limite inferiore delle oscillazioni, colla giunta delle resistenze combina perfettamente colle presenti sperienze la Teorìa delle forze proporzionali a' semplici seni degli angoli d'incidenza.

La velocità misurata col Galleggiante si accostava ad $82''$.

*Decima Serie per le forze del fluido a diverse sue profondità.*

***Num.*** 42. Per rifare le sperienze di jeri, e togliere ogni minimo scrupolo sulla variazione dell'indice, fu collocato il peso costante di 50, giacchè le libbre 60. erano troppe, essendo alquanto minore la velocità del fluido, perchè era calato circa danari quattro dal giorno di jeri, ed in fatti il peso totale era scemato.

Esp. I. Fu lasciata libera la Lancetta, e la Ventola per esaminare la sua posizione, ed essa oscillava tra - - - - - - - - - $88^\circ$, e $91^\circ$

Poi oscillava - - - $88^\circ\frac{1}{2}$, e $92^\circ$

media tra gradi - $88\frac{1}{4}$, e $91\frac{1}{2}$

Esp. II. Col peso di libbre 50, oscillò prima tra - - - - - - - - $59^\circ$, e $61^\circ$

La seconda volta tra - - $57^\circ\frac{1}{2}$, e $61^\circ\frac{1}{2}$

media tra gradi - $58\frac{1}{4}$, e $61\frac{1}{2}$ ) media 59. 45.

Esp. III. Fu abbassata la Ventola soldi $6\frac{1}{4}$, al solito, ed allora fece la prima oscillazione tra - $57^\circ\frac{1}{4}$, e $59^\circ\frac{3}{4}$

La seconda oscillazione tra - $58^\circ$, e $60^\circ$

media tra gradi - $57\frac{5}{8}$, e $59\frac{7}{8}$ ) 58. 52.

Esp. IV. Fu abbassata altri soldi $6\frac{1}{3}$, e la prima oscillazione fu tra - - - - - - - $56^\circ\frac{1}{2}$, e $59^\circ\frac{3}{4}$

La seconda tra - - - - $56^\circ$, e $59^\circ$

media tra gradi - $56\frac{1}{4}$, e $59\frac{3}{8}$ ) 57. 48.

Esp. V. Con altra immersione oscillò la prima volta tra - - - - - - - - - - $57^\circ\frac{1}{2}$, e $59^\circ\frac{1}{4}$

La seconda volta tra - - - $55^\circ\frac{1}{2}$, e $58^\circ\frac{1}{2}$

media tra gradi - $56\frac{1}{2}$, e $58\frac{3}{8}$ ) 57. 41.

Esp. VI. Con altra simile immersione oscillò la prima volta tra - - - - - - - - - $54^\circ$, e $56^\circ\frac{1}{2}$

La seconda volta tra - - - $54^\circ\frac{3}{4}$, e $56^\circ\frac{3}{4}$

media tra gradi - $54\frac{3}{8}$, e $56\frac{5}{8}$ ) 55. 30.

Esp. VII. Fu fatta altra sommersione, e la prima oscillazione fu tra - - - - - - - $55^\circ$, e $56^\circ\frac{1}{2}$

La seconda tra - - - - $54^\circ\frac{1}{2}$, e $56^\circ\frac{1}{4}$

media tra gradi - $54\frac{3}{4}$, e $56\frac{3}{8}$ ) 55. 34.

Esp. VIII. Con simile sbassamento, fu la prima oscillazione tra - - - - - - - - $54^\circ\frac{1}{2}$, e $56^\circ$

La seconda tra - - - - $54^\circ\frac{1}{2}$, e $55^\circ\frac{1}{2}$

media tra gradi - $54\frac{1}{2}$, e $55\frac{3}{4}$ ) 55. 7.

Esp. IX. Con altra immersione, la prima oscillazione fu tra - - - - - - - - $53^\circ\frac{1}{2}$, e $55^\circ\frac{1}{2}$

La seconda tra - - - - $55^\circ\frac{1}{2}$, e $56^\circ\frac{1}{2}$

media tra gradi - $54\frac{1}{2}$, e $56$ = ) 55. 15.

Esp.

Eſp. X. Con altra ſimile immerſione, fu la prima oſcillazione tra - - - - $55^{\circ}\frac{1}{2}$, e $56^{\circ}\frac{1}{2}$
La ſeconda tra - - - - - $53^{\circ}\frac{1}{2}$, e $55^{\circ}$ =

media tra gradi - $54\frac{1}{2}$, e $55\frac{3}{4}$ ) 55. 7.

Eſp. XI. Fu fatta ſimile immerſione, e la prima oſcillazione verſava tra - - - - - - $52^{\circ}\frac{1}{2}$, e $53^{\circ}\frac{1}{2}$
La ſeconda verſava tra - - $51^{\circ}\frac{1}{2}$, e $53^{\circ}$

media tra gradi - 52 = e $53\frac{1}{4}$ ) 52. 37.

Eſp. XII. Con altra immerſione di ſoldi $6\frac{1}{4}$, fu la prima oſcillazione tra - - - - $51^{\circ}\frac{1}{2}$, e $53^{\circ}$
La ſeconda oſcillazione tra - $52^{\circ}\frac{1}{2}$, e $53^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - 52, e $53\frac{1}{4}$ ) 52. 37.

Eſp. XIII. Con ſimile sbaſſamento, la prima oſcillazione verſava tra - - - - - - - $49^{\circ}\frac{1}{2}$, e $51^{\circ}\frac{1}{2}$
La ſeconda oſcillazione tra - $50^{\circ}$, e $51^{\circ}$

media tra gradi - $49\frac{3}{4}$, e $51\frac{1}{4}$ ) 50. 30.

Eſp. XIV. Con altro sbaſſamento, fu l'oſcillazione prima tra - - - - - $48^{\circ}$, e $49^{\circ}\frac{1}{2}$
La ſeconda tra - - - - - $48^{\circ}$, e $49^{\circ}\frac{1}{2}$

media tra gradi - 48, e $49\frac{1}{2}$ ) 48. 45.

Eſp. XV. Con altra immerſione l'oſcillazione prima batteva tra - - - - - $46^{\circ}$, e $47^{\circ}\frac{1}{2}$
La ſeconda tra - - - - $47^{\circ}\frac{1}{2}$, e $48^{\circ}$ =

media tra gradi - $46\frac{3}{4}$, e $47\frac{3}{4}$ ) 47. 15.

Eſp.

Esp. XVI. Con altro sbassamento, la prima oscillazione fu tra - - - - - - $45^\circ\frac{1}{2}$, e $47^\circ\frac{1}{2}$

La seconda tra - - - - - $43^\circ$, e $46^\circ$ =

media tra gradi - $44\frac{1}{4}$, e $46\frac{3}{4}$ ) 45. 30.

Esp. XVII. Con altra immersione, oscillò la prima volta tra - - - - - - $32^\circ$, e $34^\circ$

La seconda volta tra - - $34^\circ$, e $36^\circ$

media tra gradi - 33, e 35 ) 34. 00.

Esp. XVIII. Con altro sbassamento, oscillò tra - - - - - - - - - $19^\circ\frac{1}{2}$, e $20^\circ$

Aspettando la seconda oscillazione l'indice si avanzò, e poi trapassò tutto il Quadrante, che è segno, che le libbre 150, equivalgono alla corrente inferiore perpendicolare alla Ventola.

Restando la Ventola sul suo punto infimo, mi venne in pensiero di esaminare le forze del fluido a quello strato secondo i diversi angoli orizzontali, e così furono fatte le seguenti sperienze.

### *Serie Undecima di esperienze, per le forze dello Strato inferiore del fluido.*

*Num.* 43. Esp. I. Dalle libbre 50, furono ridotte a 40, ed allora la prima oscillazione era tra - - - - $16^\circ$, e $24^\circ$

La seconda oscillazione tra - - $25^\circ$, e $26^\circ$

media tra gradi - - - $20\frac{1}{2}$, e 25

Esp.

Esp. II. Tolte altre libbre 10, cioè col peso di libbre 30. l'indice si portò tra - - - - $35^\circ$, e $36^\circ$

Per la seconda oscillazione tra - $36^\circ$, e $39^\circ$

media tra gradi - - $35\frac{1}{2}$, e $37\frac{1}{2}$

Esp. III. Col peso di libbre 20, oscillò tra - $54^\circ\frac{1}{2}$, e $56^\circ$

La seconda volta tra - - - - $54^\circ\frac{1}{2}$, e $56^\circ$

media tra gradi - - $54\frac{1}{2}$, e $56$

Esp. IV. Con sole 10 libbre oscillava la prima volta tra - - - - - - - $69^\circ$, e $70^\circ$

La seconda volta tra - - - $69^\circ$, e $70^\circ$

media tra gradi - - $69$, e $70$

Esp. V. Lasciando libera la Ventola alla stessa profondità, essa cominciò ad oscillare tra - $89^\circ$, e $90^\circ$

La seconda volta tra - - - - $90^\circ$, e $91^\circ$

media tra gradi - - $89\frac{1}{2}$, e $90\frac{1}{2}$

Esp. VI. Ritirata la Ventola alla superficie del fluido, per veder la direzione superficiale del Fiume, essa la prima volta oscillò tra - - - $89^\circ$, e $90^\circ$

La seconda tra - - - - - - $88^\circ\frac{1}{2}$, e $91^\circ$

media tra gradi - - $88\frac{3}{4}$, e $90\frac{1}{2}$

Segno evidente, che nel posto di queste mie sperienze, la corrente della superficie, e quella della profondità di braccia 5, non era differente sensibilmente, ed il piccol divario nasce dalle oscillazioni.

Compite le predette sperienze, fu misurata l'altezza dell' acqua dal fondo del Fiume presso il Castello, e fu trovata di

braccia 6 $\frac{1}{4}$. La profondità fino al centro inferiore dell'albero di braccia 5 $\frac{1}{2}$. Onde la linea inferiore della Ventola era soldi 15. elevata dal fondo del Fiume. Tutti gli sbassamenti fatti colla funicella possono rettificarsi colla presente misura, giacchè tolti soldi 12 $\frac{1}{2}$, altezza della Ventola da soldi 110, resteranno soldi 97 $\frac{1}{2}$, che divisi per 16. immersioni, danno per ciascuna soldi 6 + $\frac{3}{32}$, e questa è la giusta misura degli sbassamenti corretti per le variazioni della funicella.

*Misura della velocità superficiale de' Galleggianti.*

*Num.* 44. Prima sperienza. Passaggio al traguardo superiore - - - - - - - - - - - - - - - - - - 58'. 38''

Al traguardo inferiore - - - - - - - 60. 15

Tempo del passaggio - - - - - - 1'. 47''

Seconda sperienza; passaggio superiore - - - 3. 48.

Passaggio inferiore - - - - - - - - - 5. 17

Tempo del passaggio - - - - - 1'. 29''

Questo è molto più giusto del primo, perchè il Galleggiante passò accanto al Castello.

Terza sperienza; passaggio superiore - - - - 8. 58

Passaggio inferiore - - - - - - - - 10. 23

Tempo del passaggio - - - - - - 1'. 25''

Potrà pigliarsi il tempo di mezzo tra la seconda, e terza Esperienza, e sarà di - - - - - - - - - - - 1'. 27''

Si avverta, che al paletto il pelo dell'acqua era un poco più basso di soldi 2. e così la velocità presente deve esser più piccola delle altre antecedenti, come è in fatti, giacchè il viaggio del Galleggiante è stato sempre di braccia 90.

AR-

# ARTICOLO VI.

*Terza parte delle nuove Sperienze Idrauliche, eseguite in un tronco inferiore del Fiume Arno in un punto, che resta sotto la Cateratta detta del Bufalo, appartenente alla Fattorìa di Montecchio.*

*Num.* 45. ALla seconda parte delle mie Sperienze Idrauliche farò succeder la terza, per interrogar in più modi la natura, e per aver de' nuovi riscontri delle sue leggi inviolabili osservate nelle acque correnti de' Fiumi. Mi son servito in questa terza parte di sperimenti del medesimo Castello descritto nella parte II. facendovi alcune mutazioni, che potranno servire per la maggior certezza de' Fenomeni Idraulici e per la facilità maggiore nell' operare.

Ed in primo luogo ho creduto proprio di diminuire l' altezza della Ventola, che era stata fatta di soldi 12½, ed in queste nuove Sperienze ho creduto bene di ridurla a soli soldi 5, per poter ottenere con precisione maggiore quegli Strati del fluido, dove esso cambia le sue velocità dalla maggiore alla minore, e dalla minore alla maggiore. Tali cambiamenti alcune volte succedono a piccole altezze l' una dall'altra, e perciò meglio si conosceranno, quando facciasi minore l' altezza dell' ostacolo, che deve avvisarci de' cangiamenti del fluido nelle sue profondità.

E giacchè colle minori altezze, minori saranno le forze del fluido, ho stimato giovevole di accrescerle colla maggior

dimenſione della lunghezza, la quale ho fatta di braccia 1. interamente, quando la prima Ventola era di ſoldi 25.

Inoltre coll' attenta oſſervazione ho rilevato in sì gran numero di ſperimenti, che tra la Ventola, e l'albero naſceva una corrente di fluido, che ſi modificava diverſamente, ſecondo le diverſe obliquità della Ventola; quando queſta guardava direttamente la corrente del fluido, quella parte, che paſſava nello ſpazio intermedio correva parallela alla parte, che percuoteva la Ventola, e l' acqua ſeparavaſi da una parte, e dall' altra con tutta la regolarità. Ma non era così quando l' obliquità della Ventola portava un uguale obliquità a quello ſpazio, che correva tra l' Albero, e la detta Ventola, dove il fluido laterale riſentiva una parte di detta obliquità. Perciò ho penſato di perfezionare l' uſo della Ventola, facendola giugnere ſino all' albero, ſenza interporvi alcun vuoto tra mezzo. Così il filo laterale dell' acqua viene ad eſſer ſoppreſſo, e l' albero ſteſſo forma una parte della Ventola.

L' eſperienza farà vedere qual' effetto potrà produrre un tal cambiamento.

Il diverſo ſtiramento della funicella, e de' ſuoi nodi rendeva alquanto variabile la ſommerſione della Ventola, e tal varietà, benchè tenue, viene ad eſcluderſi con una piccola catena a maglia co' ſuoi occhi interpoſti tra maglia, e maglia, i quali ſiano lontani l' uno dall' altro ſoldi 5. di braccio, cioè tanto preciſamente quanto è l' altezza della nuova Ventola. Così a ciaſcuna nuova ſommerſione di un quarto di braccio corriſponderà un nuovo Strato di fluido della detta altezza, il quale opererà ſecondo la ſua forza ſulla Ventola così abbaſſata.

Ho

Ho procurato, che il nuovo posto del Fiume abbia maggiori profondità, e perciò, che le sue velocità siano minori, tanto più, quanto che misurasi più larga la sezione del Fiume.

Giova ancora tal mutazione di velocità per ben intendere l'operare della natura, ancora nelle piccole velocità.

Chi può mai indovinare se la scala delle velocità inferiori si conservi all'incirca la medesima, o per meglio dire dell' istessa figura, oppur cambi ancora la figura medesima, quando le velocità superficiali sono assai piccole. In tutte le Sperienze della seconda parte abbiamo avute le velocità soggette a qualche divario, ma tal divario non è grandissimo, essendo dentro il limite de' due numeri 83. e 97., come può riscontrarsi dalla velocità del primo giorno 19. Gennajo, alla velocità dell'ultimo 23. del medesimo. Ma tal divario non è bastante per farci conoscere l'uniformità della legge. Per aver dunque una velocità molto minore è stato trascelto il secondo posto, dove essa non è neppur la metà delle velocità superficiali, osservate nelle lunghe serie dell'esperienze della seconda parte.

Sarebbe pur desiderabile l'esercizio delle medesime sperienze con velocità doppiamente, e triplamente maggiori delle prime, le quali non possiamo ottenere se non in tempo di piene, nelle quali le velocità crescono assai notabilmente. E se quelle, che sono state misurate nel dì 21. e 22. ci danno all' incirca un braccio per secondo, vi son certamente delle piene, che posson quadruplicare detta misura. Mi contenterò adunque per ora di continuare le mie sperienze sulle velocità minori, per poi tentarle a suo tempo sulle maggiori.

*Adì 26. Gennajo 1779.*

*Num.* 46. Aria chiara con calma di vento. Trafportato al Caftello fotto la Cateratta del Bufalo in fezione larga, e con piccola velocità del Fiume, fono ftate fatte le feguenti fperienze, colla nuova Ventola alta foldi 5. lunga braccia 2.

*Prima Ser ie delle efperienze, per gli Angoli Orizzontali.*

Efp. I. Lafciata libera la Ventola fenza alcun pefo, fece la prima ofcillazione tra - - - - - - $91^\circ$, e $93^\circ$

La feconda tra - - - - - - - - $90^\circ$, e $92^\circ$

media tra gradi - - - $90\frac{1}{2}$, e $92\frac{1}{2}$

media della totale - - - - $91\frac{1}{2}$

Si offervi fubito, che colla nuova Ventola faceva le ofcillazioni affai più piccole delle altre.

Efp. II. Furono aggravate libbre 5. di pefo, e la Ventola fece la prima ofcillazione tra - - $70^\circ\frac{1}{2}$, e $71^\circ$

La feconda tra - - - - - - - $70^\circ\frac{1}{4}$ e $71^\circ\frac{1}{3}$

media tra gradi - - - - $70\frac{3}{8}$, e $70\frac{2}{3}$

media della totale - - - - $70\frac{25}{48}$

Efp. III. Con altre libbre 5, cioè in tutto libbre 10. la prima ofcillazione fu tra - - - - $58^\circ$, e $58^\circ\frac{1}{2}$

La feconda tra - - - - - - - $58^\circ\frac{1}{2}$ e $57^\circ\frac{1}{2}$

media tra gradi - - - - $58_4$, e $57\frac{3}{4}$

media della totale - - - - 58.

Esp. IV. Con altra libbra 1, era tra - - 36°, e 36°$\frac{1}{2}$
La seconda volta si fermò su i - - 30°$\frac{1}{4}$.

Esp. V. Con libbre 12, oscillava tra - - 27°$\frac{1}{4}$ e 27°$\frac{1}{2}$

Esp. VI. Con libbre 13. era a - - - - 26°$\frac{1}{4}$.

Ma essendosi levato un poco di vento, impediva la libera operazione della Ventola.

Esp. VII. Con libbre 14, oscillava fino a - - 22°$\frac{1}{4}$.

Esp. VIII. Con libbre 15. era fermo l'indice a - 13°$\frac{1}{2}$.

Esp. IX. Nel far questa sperienza si trovò, che l'indice aveva un soffregamento sulla Tavola del Quadrante, e che il pernio dell'albero resisteva ancor esso. Onde fu il tutto accomodato, e ripetute le sperienze.

*Seconda Serie di esperienze per gli stessi Angoli Orizzontali.*

*Num.* 47. Esp. I. La Ventola libera oscillava la prima volta tra - - - - - - - - - 89°, e 91°
La seconda tra - - - - - - - - - 87°, e 90°$\frac{1}{2}$
media tra gradi - - - - 88$\frac{1}{4}$, e 90$\frac{3}{4}$
media della totale - - - - 89$\frac{1}{2}$

Esp. II. Col peso di libbre 5, oscillava tra - 65°$\frac{1}{2}$ e 66°$\frac{1}{2}$
media tra gradi - - - - 66.

Esp. III. Con libbre 7. oscillava tra - - - 44°, e 45°$\frac{3}{4}$
media tra gradi - - - - 44$\frac{5}{8}$

Esp.

Esp. IV. Con libbre 8, oscillò l'indice la prima volta tra - - - - - - - - $38^\circ$, e $40^\circ\frac{1}{2}$

La seconda volta tra - - - - - - $36^\circ$, e $37^\circ\frac{1}{2}$

media tra gradi - - - - 37, e 39

media della totale - - - - 38.

Esp. V. Con libbre 9, era la prima volta tra - $30^\circ$, e $35^\circ$

La seconda tra - - - - - - - - $30^\circ\frac{1}{2}$, e $33^\circ$

media tra gradi - - - $30\frac{1}{4}$, e 34

media della totale - - - - $32.\frac{1}{8}$

Esp. VI. Con libbre 10, oscillò la prima volta tra - - - - - - - - - $28^\circ$, e $29^\circ\frac{1}{2}$

La seconda tra - - - - - - - - $20^\circ\frac{1}{2}$, e $21^\circ$

media tra gradi - - - - $24\frac{1}{4}$, e $25\frac{1}{4}$

media della totale - - - - $24\frac{3}{4}$

Ma poi avanzava fino a gradi 5.

Esp. VII. Con altra mezza libbra, l'indice prima si accostò al 5.° poi sul 3.° e poi usciva dal Quadrante. Onde il peso totale batteva verso le libbre $10\frac{1}{2}$, con differenza di una, o due once.

Da queste Sperienze deducesi, che le antecedenti erano erronee per le dette resistenze. Il peso totale libbre $10\frac{1}{2}$, al peso di libbre 7. sta nella ragione incirca del seno totale al seno di 45.°

Avvertesi, che fatta una nuova sperienza con poco più di libbre 10, cioè più once 4. l'indice usciva dal Quadrante.

La

La piccola inegualtà del vento turbava alquanto queste ſperienze, per la tenue velocità del fluido.

*Terza Serie di eſperienze alle diverſe profondità del fluido.*

*Num.* 48. Eſp. I. Furono aggravate libbre 5, ſtando la Ventola ancora alla ſuperficie, e per la prima volta oſcillava tra - - - - - - - - - 60°, e 62°

Per la ſeconda volta tra - - - - - 61°, e 63° =

media tra gradi - - - - $60\frac{1}{2}$, e $62\frac{1}{2}$

media della totale - - - - $61\frac{1}{2}$

Eſp. II. Collo ſteſſo peſo la Ventola fu calata di ſoldi 5, l'indice oſcillò tra - - - - - 64°, e 66°$\frac{1}{2}$

La ſeconda volta tra - - - 61°$\frac{1}{2}$ e 63°$\frac{1}{2}$

media tra gradi - - - - $62\frac{3}{4}$, e 65 =

media della totale - - - 63. 52.

Eſp. III. Collo ſteſſo peſo, la Ventola fu calata ſoldi 5, ed oſcillò la prima volta tra - - - 54°$\frac{1}{2}$ e 57°$\frac{3}{4}$

La ſeconda volta tra - - - 58°, e 59°

media tra gradi - - - $56\frac{1}{4}$, e $58\frac{3}{8}$

media della totale - - - 57. 19.

Eſp. IV. Collo ſteſſo peſo, fu calata la Ventola altri ſoldi 5, e la prima oſcillazione fu tra - 60°$\frac{1}{2}$ e 61°$\frac{1}{4}$,

La ſeconda tra - - - - 52°$\frac{1}{2}$ e 59°$\frac{3}{4}$

media tra gradi - - - $56\frac{1}{2}$, e $60\frac{5}{8}$

media della totale - - - 58. 54.

L Eſp.

Esp. V. Fu calata la Ventola altri soldi 5, e la
prima oscillazione fu tra - - - - - $46^\circ\frac{1}{2}$ e $48^\circ\frac{3}{4}$
La seconda fu tra - - - - $47^\circ$, e $52^\circ$
media tra gradi - - - - $46\frac{3}{4}$, e $50\frac{3}{8}$
media della totale - - - - 48. 34

Esp. VI. Fu calata la Ventola altri soldi 5, e la
prima oscillazione fu tra - - - - - - - - - $44^\circ$, e $48^\circ$
La seconda tra - - - - $47^\circ\frac{1}{2}$, e $49^\circ$
media tra gradi - - - $45\frac{1}{4}$, e $48\frac{1}{2}$
media della totale - - - - $47\frac{1}{8}$

Esp. VII. Con altro abbassamento oscillò la prima volta tra - - - - - - $45^\circ\frac{1}{2}$, e $46^\circ\frac{3}{4}$
La seconda tra - - - - - - $46^\circ\frac{1}{4}$, e $48^\circ\frac{1}{2}$
media tra gradi - - - - $46\frac{1}{8}$, e $47\frac{3}{8}$
media della totale - - - - $46\frac{3}{4}$

Esp. VIII. Con altro sbassamento seguì la prima
oscillazione tra - - - - - - - $39^\circ\frac{1}{2}$, e $40^\circ$
La seconda tra - - - - $39^\circ$, e $43^\circ$
media tra gradi - - - - $39\frac{1}{2}$, e $41\frac{1}{2}$
media totale - - - - - $40\frac{3}{8}$

Esp. IX. Con altro sbassamento seguì la prima
oscillazione tra - - - - - - - $35^\circ$, e $36^\circ\frac{1}{2}$
La seconda tra - - - - - - - $36^\circ$, e $41^\circ\frac{1}{2}$
media tra gradi - - - - $35\frac{1}{2}$, e $39$
media totale - - - - - $37\frac{1}{4}$

Esp. X. Con altro sbaffamento, oscillò la prima volta tra - - - - - - - - $36°$, e $38°\frac{1}{2}$

| | |
|---|---|
| La seconda tra - - - - - - - - - | $35°$, e $38°\frac{1}{2}$ |
| media tra gradi - - - - | $35\frac{1}{2}$, e $38\frac{1}{2}$ |
| media totale - - - - - | 37. 00. = |

Esp. XI. Con altro sbaffamento oscillò prima tra - - - - - - - - - - $36°$, e $37°$

| | |
|---|---|
| La seconda volta tra - - - - - - | $36°$, e $39°$ |
| media tra gradi - - - - - | 36, e 38 |
| media totale - - - - - | 37. 00. |

Esp. XII. Con altro sbaffamento oscillò la prima volta tra - - - - - - - - - - $36°\frac{1}{2}$ e $38°\frac{1}{4}$

| | |
|---|---|
| La seconda volta tra - - - - - - | $37°$, e $38°$ |
| media tra gradi - - - - - | $36\frac{3}{4}$, e $38\frac{1}{8}$ |
| media totale - - - - - | 37. 26. |

Esp. XIII. Con altro sbaffamento, oscillò la prima tra - - - - - - - - - - - $33°$, e $35°$

| | |
|---|---|
| La seconda tra - - - - - | $32°\frac{1}{2}$, e $32°$ |
| media tra gradi - - - - | $32\frac{3}{4}$, e $33\frac{1}{2}$ |
| media totale - - - - - | $33\frac{1}{8}$ |

Esp. XIV. Con altro sbassamento di soldi 5, oscillò la prima tra - - - - - - - - - - - $30^\circ\frac{1}{2}$ e $34^\circ$

La seconda tra - - - - - - - - - $30^\circ$, e $31^\circ\frac{1}{4}$

media tra gradi - - - - $30\frac{1}{8}$, e $32\frac{3}{4}$

media totale - - - - - - $31\frac{7}{16}$

Esp. XV. Con altro sbassamento la prima oscillazione seguì tra - - - - - - - - $31^\circ\frac{1}{2}$, e $32^\circ$

La seconda tra - - - - - - - $29^\circ$ =, e $31^\circ$

media tra gradi - - - $30\frac{1}{4}$, e $31\frac{1}{2}$

media totale - - - - $30\frac{7}{8}$

Esp. XVI. Con altro sbassamento, la prima oscillazione fu tra - - - - - - - - - - - $14^\circ\frac{1}{2}$, e $15^\circ$

La seconda tra - - - - - - - $15^\circ\frac{1}{4}$ e $16^\circ$ =

media tra gradi - - - $14\frac{7}{8}$, e $15\frac{1}{2}$

media totale - - - - - $15\frac{3}{16}$

Esp. XVII. Con altro sbassamento, la prima volta oscillò tra - - - - - - - - - - $5^\circ$, e $5^\circ\frac{1}{2}$

La seconda volta tra - - - - - - $5^\circ\frac{1}{2}$, e $6^\circ\frac{1}{2}$

media tra gradi - - - - $5\frac{1}{4}$, e $6$

media totale - - - - $5\frac{3}{8}$

Esp.

Esp. XVIII. Con altro sbassamento prima oscillò . . . . . . $3^\circ$, e $3\frac{1}{2}$

La seconda volta tra . . . $3^\circ\frac{1}{4}$, e $3^\circ\frac{1}{2}$

media tra gradi . . . . $3\frac{1}{8}$, e $3\frac{1}{2}$

media totale . . . $3\frac{5}{16}$

Fu misurata la larghezza del Fiume di pertiche 31., cioè braccia 155.

In quest'ultima sperienza si vede, che la corrente del fluido variava rispetto a quella della superficie, e ciò può provenire da alcuni scogli, che erano superiori.

Fu misurata la profondità dell'acqua accanto al Castello, e fu trovata di braccia $5\frac{1}{4}$. Onde la Ventola era sopra il fondo soldi quindici, perchè tutte le profondità sono di braccia $4\frac{1}{2}$, insieme coll'altezza della Ventola.

Esp. XIX. Fu collocata la Ventola alla superficie del Fiume, ed allora l'indice era tral $70^\circ$, e $73.^\circ$ Onde non era variato dal fondo alla superficie, ma solo può dirsi, che il vento, che ora è calato faceva giugnere l'indice all'$87^\circ$, e $90.^\circ$ La media sarà . . . . . . . $71^\circ\frac{1}{2}$

## *Esperienze fatte co' Galleggianti.*

Furono collocati i due traguardi a braccia 100. di distanza.

Esp. I. Il Galleggiante al traguardo superiore a 21'. e 25''.

Al secondo . . . . . . . . . . 25. e 24.

Passaggio . . . . . . . . . 3'. e 59''.

Esp.

Esp. II. Il Galleggiante al primo traguardo a . 29′. 49″.
Al secondo traguardo a . . . . . . 34. 10.

Tempo del passaggio . . . . . . 4′. 21″.

Si avverta, che il Galleggiante passò lontano dal Castello.

Esp. III. Passò al primo traguardo a . . . 48″. 30″.
Al secondo a . . . . . . . . . . . 52. 42.

Tempo del passaggio in . . . . . 4′. 12″.

Passò alquanto lungi dal Castello.

Esp. IV. Al primo traguardo . . . . . . 1′. 34″.
Al secondo traguardo . . . . . . . 5. 49.

Tempo del passaggio in . . . . . 4′. 15″.

Questo Galleggiante passò bene accanto al Castello.

Le ultime tre Sperienze sono le migliori.

LI-

# LIBRO II.

*Delle varie riduzioni, che competono alle Sperienze del Libro I.*

*Num.* 50. AVendo finora descritte le Sperienze dai me fatte colla Ventola Idraulica, rilevando, come ciascuno può comprendere dalla loro storia tutte le circostanze locali, conviene ora far passaggio alle varie riduzioni, che ad esse competono, per poi poterne dedurre i veri risultati. Opera il fluido immediatamente colle sue impulsioni sulla superficie della Ventola A B D E. Tal superficie è collocata (Fig. I.) Castello I. ad una certa distanza dall'albero P p. Opera il peso traente Q immediatamente sulla puleggia R r, la quale è concentrica alla verticale dell'albero. La sua operazione passa per la rotella V, per poter gravitare verticalmente traendo così orizzontalmente per la linea P V, le leve colle quali opera il fluido, ed il peso aggravato. Son diversissime, e conviene tutte ridurle alla medesima leva.

Così

Così altre riduzioni vanno operate per preparar la strada ai risultati. Tali riduzioni saranno ad una ad una descritte negli articoli seguenti.

## ARTICOLO I.

*Della prima riduzione, che compete per trovar la leva media, colla quale opererebbe il fluido, cioè del centro de' suoi momenti.*

*Num.* 51. Ciascuno avrà compreso, che essendo infinite le linee, che o gli spazzietti elementari della Ventola dalla sua prima linea A E fino all'ultima B D, infinite pur saranno le leve colle quali i fili del fluido operano intorno all'Asse centrale P p. E crescendo sempre i momenti nella stessa ragion delle leve, poste del pari tutte le altre cose, così se concepiremo nella Ventola tanti rettangoletti elementari, incominciando dalla A E, e terminando alla B D; e se supporremo, che la velocità de' fili aquei, che urtano tali rettangoletti sia costante, verremo a dedurre, che i momenti de' medesimi cresceranno nella stessa ragione in cui sono le leve, cioè le distanze variabili di tali rettangoletti dall'asse dell'albero C c. Converrà dunque in una infinita variabilità di leve trovarne una costante ad un certo punto K della Ventola, alla quale, se si applicheranno gl'infiniti rettangoletti, la somma de' loro momenti sia uguale alla somma de' momenti variabili per la variabilità delle leve. Allora, come ciascun vede riducendosi i momenti del fluido allo stesso punto K, che

chia-

chiameremo il *Centro de' Momenti*, potremo fare il paragone del peso, o de' pesi aggravati colle forze del fluido, che quasi concentrate si suppongono al punto K, che dovremo determinare.

Vien subito alla mente, che tal punto K coincida col centro di gravità della superficie rettangola, giacchè così le diverse leve, che operano alla destra, e alla sinistra possono tra di loro bilanciarsi. Ma essendo tale idea assai oscura, e potendo altri far centro de' momenti non già il centro di gravità, ma piuttosto il punto, o la linea, che divide i momenti in due parti uguali, dovremo rintracciare il presente Teorema colla dimostrazione, la quale agevolmente dedur si potrebbe col calcolo integrale, ma prima mi piace di esprimere il tutto coll'uso di alcuni solidi, per più chiara intelligenza di tutti.

Sia adunque nella fig. II. la stessa Ventola rettangola ABDE, la qual si concepisca divisa in infiniti piccoli rettangoli elementari. Il primo di essi AE opererà colla leva cE, e l'ultimo BD coll'ultima leva cD, ovvero cB. Gli altri rettangoletti intermedj opereranno colle leve intermedie. Si concepisca adunque il triangolo posto orizzontalmente cDL, che colle sue semiordinate rappresenti le infinite leve, che competono ai rettangoletti Elementari, e sopra tal triangolo si formi il solido prismatico CBILc, elevando le perpendicolari AE, BD, IL ec. uguali alla larghezza della Ventola. E' chiaro allora, che il prisma triangolare troncato ABILHh ci esprimerà la somma de' momenti della nostra Ventola rettangola.

Suppongasi trovato il punto K centro degli stessi momenti, e la linea QK sarà la leva costante. Se adunque con essa

M si mol-

ſi moltiplichi la ſuperficie della Ventola, il ſuo prodotto ſarà pure la ſomma de' medeſimi momenti, che dovendo eſſere uguale alla prima, ſi troverà il valore della leva media QK, dividendo il ſolido de' momenti per la ſuperficie della Ventola.

Sia pertanto la differenza $CA = g$. La lunghezza AB della Ventola $= L$, la ſua larghezza $= l$,

Sarà il triangolo $DcL = \frac{1}{2}(L \pm g)$

Il triangolo $cEH = \frac{1}{2} g^2$ Onde il Trapezio EDLH ſarà $= \frac{1}{2}(L \pm g)^2 - \frac{1}{2} g^2$. Ed il priſma troncato ABLH ſarà uguale ad $\frac{1}{2} l (L \pm g)^2 - \frac{1}{2} l g^2$. Or la leva media QK dicaſi $= x$, ed avremo ſecondo che è ſtato detto $L l x = \frac{1}{2} l (L \pm g)^2 - \frac{1}{2} l g^2$. E così finalmente troveremo

$$x = \frac{\frac{1}{2} l (L \pm g)^2 - \frac{1}{2} l g^2}{L l},$$ la quale eſſendo debitamente ridotta ci ſomminiſtra il cercato valore di $x = g \pm \frac{1}{2} L$. E perciò la leva media giungerà appunto al centro di gravità K, della figura rettangola della Ventola Idraulica. Il che doveva dimoſtrarſi.

### Corollario I.

*Num.* 52. Or ſe col piano FiIG parallelo alla baſe ſi concepiſca il detto ſolido diviſo in due porzioni uguali, allora è facile a dimoſtrare, che il punto K reſta più lontano, che non è il centro della gravità della figura. Onde eſſendo tal linea maggiore della ſomma de' momenti. E perciò eſſo punto non ſarà il centro de' detti momenti.

Co-

## COROLLARIO II.

*Num.* 53. Or sia una qualunque altra figura, nella quale il centro della gravità coincida col centro della superficie, come accade nel cerchio, nelle infinite Ellissi, ed in altre curve, dico che le Ventole di tali figure avranno pur esse il centro de' momenti nello stesso punto de' centri della gravità. Così sia una di tali figure A B C (fig. III.), che sia raccomandata all'Albero P p colla linea Q K. E sia K il centro della gravità e della grandezza. E' manifesto che tal figura potrà risolversi in infiniti rettangoletti Elementari, per esempio a b c d collocati orizzontalmente. Tali spazj Elementari resteranno divisi in due parti uguali dalla lineetta f e, e perciò vale sopra ciascuno di essi la stessa dimostrazione del Rettangolo finito della Ventola. Onde gl'infiniti loro centri de' momenti passeranno tutti per la stessa verticale C A, il cui centro è in K. Onde il punto K in tutte queste figure sarà il centro della grandezza, quello della gravità, e quello finalmente de' momenti di tutte le impulsioni dell'acqua, riconcentrate nello stesso punto K, distribuite per la linea C A.

Potremo pertanto adoperare per ventola del Castello Idraulico la figura circolare, l'Ellittica ec. senza variare il centro de' momenti, che sarà sempre la linea Q K, quando il centro di tutte queste figure sia nel punto K.

*Num.* 54. Per ridurre adunque le sperienze fatte in Castiglione, essendo ivi la linea C A (fig. II.) dal centro dell'albero al principio della Ventola di soldi $4\frac{1}{2}$, ed essendo la A B di soldi 20, e la metà di 10, dovremo supporre la leva me-

M 2 dia,

dia, o sia il centro K de' momenti di soldi 14. 75. cent., il cui prodotto per la superficie della Ventola sarà di parti 2950, esprimenti la somma de' momenti.

Lo stesso numero risulta affatto calcolando il solido de' momenti. Poichè $\frac{1}{2}\, l\,(L+g)^2 = 30628120.$
$\frac{1}{2}\, l\, g^2 = \cdots 1128120$

Onde la differenza sarà di - 2950.0000 come dianzi, essendo le ultime quattro cifre per la frazione.

*Calcolo della somma de' momenti, per la prima Ventola adoperata sul Fiume Arno.*

*Num.* 55. In questa Ventola fu la sua lunghezza di soldi - - - - - - - - - - - - - - - - - - 25.

La sua larghezza di soldi - - - - - - $12\frac{1}{2}$.

La distanza dal centro dell'Albero dal principio della Ventola = soldi 6. 7. decime. Onde sarà la leva media, cioè $g + \frac{1}{2}\, L$ = soldi 19. 2. decime.

Sarà L l superficie della Ventola di soldi □ 312. 5, che moltiplicati per 19. 2. formano il prodotto di 6000. soldi cubici esprimenti la somma de' momenti.

*Calcolo della stessa somma nella seconda Ventola adoperata sull' Arno.*

*Num.* 56. Nella detta Ventola la sua lunghezza fu fatta di soldi - - - - - - - - - - - - - - - - 40.
e l'altezza di soldi 5, e così la superficie di soldi □ - 20. 0.
come l'altra usata in Castiglione. Non vi era lo spazio vuoto tra

tra l'Albero, e la Ventola, ma essa si univa all'Albero, e dal centro di questo sino al centro della Ventola vi erano soldi 20. Onde in questo caso il momento era di soldi cubici 4000.

Così potranno adoperarsi dette somme di momenti in tutti i computi, che seguiranno.

Ma perchè potrebbe a taluno venire in mente di adoperare delle Ventole triangolari, o di altre figure, nelle quali il centro della grandezza differisca dal centro di gravità, così nel seguente Articolo sarà bene risolvere questo general problemà.

## ARTICOLO II.

*Qual sia la riduzione competente ad una Ventola di qualunque figura, nella quale discordino i centri della superficie, e della gravità.*

*Num.* 57. PAsserò ora a ricercare, se la leva media, che determina il centro de' momenti, coincida o no col centro della gravità in tutte le altre figure, nelle quali il centro della superficie non possa coincidere col centro della gravità. Così accade ne triangoli di qualunque specie, ne' trapezj, ne' semicircoli, nelle parabole, ed infinite altre figure. E benchè raro sarà il caso di prevalerci di tali figure, pure per la generalità della Teorìa, ed ancora per fare delle nuove sperienze, non sarà inutile tal soluzione.

Nella

Nella quale incomincerò dalla figura triangolare, nella quale ſi dà la ſoluzione coll' uſo di un altro ſolido, che equivale al calcolo ſommatorio.

Sia adunque attaccato all'Albero P p, per mezzo del Bracciolo Q A il triangolo Iſoſcele C A B (ma lo ſteſſo vale in qualunque altro triangolo) un ſuo qualunque rettangoletto elementare già eſpreſſo da m h i n, e la ſua diſtanza dalla verticale dell'Albero ſia la Q *f*. Onde il momento Elementare ſarà eſpreſſo dal prodotto della leva Q *f*, nel rettangoletto m i. Ma tal prodotto è uguale alla ſomma de' due prodotti, il primo de' quali ſarà della Q A nel rettangoletto m i.

Ed il ſecondo della A *f* nello ſteſſo rettangoletto m i.

Percorrendo così tutta la figura, la ſomma del primo prodotto ſarà uguale al ſolido, che abbia per baſe il dato triangolo A B C, e per altezza la linea coſtante Q *f*.

Ed il ſecondo ſarà uguale ad una Piramide, che abbia la baſe di $BC^2$, e l'altezza la linea A E.

Si ſa, che il ſolido piramidale è uguale al prodotto della baſe nella terza parte dell'altezza. Onde nominando la baſe $= b^2$, e l'altezza $= a$, il detto ſolido ſarà $= \frac{ab^2}{3}$, e ſe $b$ facciaſi $= a$, ſarà $= \frac{a^3}{3}$. Onde dividendo per la figura triangolare $= \frac{1}{2} a^2$, avremo $\frac{2}{3} a$, e dividendo l'altro ſolido $\frac{1}{2} a^2 g$ per lo ſteſſo triangolo $\frac{1}{2} a^2$, ne naſcerà ſemplicemente la $g$, cioè la Q A. Onde la leva media ſarà $= g + \frac{2}{3} a$. Appunto queſto ſteſſo valore corriſponde al centro di gravità del triangolo. Onde il punto K centro de' momenti coincide col centro di gravità dello ſteſſo triangolo.

*Num.* 58. Lo ſteſſo Teorema dimoſtraſi di qualunque altra data figura, per eſempio B d A a C, con queſta general dimoſtrazione. Il

Il centro di gravità di qualunque figura deduceſi ſommando tutti i momenti, riportati a qualunque punto ancora fuori della figura, e dividendoli per la ſomma de' peſi. Ma nel noſtro caſo, per aver le impulſioni, e momenti del fluido, ſi devono ſommare i momenti infiniteſimi riportati alla linea $QA \pm Af$, e poi tal ſomma dee dividerſi per la figura, che ci eſprime la ſomma de' peſi. Onde eſſendo analoghe le due operazioni, ſarà pure analogo il loro riſultato, cioè la linea QK giugnerà al centro di gravità della data figura, qualunque eſſa ſiaſi.

*Num.* 59. Ci porta allo ſteſſo riſultato il metodo Analitico, che potrà prima applicarſi alla figura rettangola, poi alla triangolare, e finalmente a qualunque altra poſſibile.

Sia adunque al ſolito la coſtante $QA = g$, la variabile $Af = x$, ſarà il ſuo differenziale $fe = dx$. Nella Ventola rettangola la ſemiordinata è coſtante, cioè ſempre $= l$. Onde l'Elemento de' momenti ſarà $= l(g \pm x)\,dx = lg\,dx \pm x\,dx$, la cui integrazione ci dà $lgx \pm \frac{1}{2} lx^2$. E ſoſtituendo in vece di $x$ la lunghezza totale L, ſarà la ſomma de' momenti $= lLg \pm \frac{1}{2} lL^2$. E queſta diviſa per l'Area rettangola $lL$ laſcia $g \pm \frac{1}{2} L$, come era ſtato dimoſtrato.

Si paſſi ora all'altro caſo della Ventola triangolare, e ſarà il momento elementare $= (g \pm x)\,x\,dx$, cioè $gx\,dx \pm x^2\,dx$. La cui ſomma ſarà $= \frac{1}{2} gx^2 \pm \frac{1}{3} x^3$. E ſoſtituendo ancor quì la lunghezza L della figura, cioè l'Aſciſſa totale AE, avremo $\frac{1}{2} gL^2 \pm \frac{1}{3} L^3$. E dividendo per l'area triangolare $= \frac{1}{2} L^2$, avremo per la leva media il valore di prima, cioè $g \pm \frac{2}{3} L$. E così il punto K ſarà a $\frac{2}{3}$ della AB, come ne' centri di gravità.

Per

Per dimoſtrare il Teorema con ogni generalità, ſia la ſemiordinata $fd = y$. E così il rettangolo Elementare $= 2y\,dx$. Il ſuo prodotto per $Qf$, cioè per $g + x$ ſarà uguale a $2gy\,dx + 2xy\,dx$. Eſſendo queſta la formola de' momenti per i centri di gravità, ed eſſendo pure la figura come la ſomma de' peſi, ſarà la ſteſſa coſa il determinare i centri di gravità, che i centri delle impreſſioni del fluido.

### *Eſempio nella Parabola.*

*Num.* 60. Si ſa, che nella Parabola ſono le $y$ come $\sqrt{x}$; onde ſoſtituendo $\sqrt{x}$ per $y$, la formola ſarà
$2g\sqrt{x} \times dx + 2x\sqrt{x} \times dx$.
Cioè $\dfrac{2gx^{1\frac{1}{2}}}{1\frac{1}{2}} + \dfrac{2x^{2\frac{1}{2}}}{2\frac{1}{2}} = \dfrac{4gx^{1\frac{1}{2}}}{3} + \dfrac{4x^{2\frac{1}{2}}}{5}$

L'area della Parabola ſimilmente eſpreſſa, è uguale a $\frac{4}{3}\,x^{1\frac{1}{2}}$. Onde per eſſa dividendo la formola, il riſultato ſarà $= g + \frac{3}{5}\,x$, che è appunto il centro di gravità nella figura Parabolica.

Generalmente adunque reſta dimoſtrato, che qualunque ſiaſi la natura della curva, che ſi adatta al bracciuolo della Ventola Idraulica, la leva media ſarà uguale alla ſomma dello ſteſſo bracciuolo, più la diſtanza del centro di gravità dal vertice della data curva.

Mi ſia lecito di rilevare di paſſaggio, che queſto ſteſſo metodo ha luogo nell'Idrodinamica in altre circoſtanze, come ſarebbe quella di dover aprire un foro di una data figura in un piano verticale di un vaſo Idraulico, e di ricercare qual ſia il centro delle preſſioni del fluido nella data figura, come ho dimoſtrato in un altro mio Opuſcolo Idraulico.

Per

Per non vagar troppo nelle mie Sperienze cumulando in esse delle difficoltà non necessarie, io mi son contentato delle figure rettangole delle Ventole, riserbandomi a farne altre con altre figure, tralle quali stimo assai utili le circolari.

# ARTICOLO III.

*Della riduzione, che conviene alle presenti Sperienze per le spinte, che imprime il fluido alla superficie de' due bracciuoli, e se essa sia sensibile o no.*

*Num.* 61. SE la Ventola potesse operare in mezzo al fluido senza esser sostentata da due bracciuoli A C, E c (fig. I.) servirebbe considerare del fluido in ordine solo alla superficie della Ventola, ma mentre l'acqua opera sulla Ventola sospingendola con quella forza, che l'anima, nel tempo stesso agisce su i due bracciuoli A C, E c. Ed in conseguenza convien considerare ancora le spinte del fluido sopra la lor superficie.

Da quanto è stato detto nella prima riduzione, i momenti della forza, che agiscono su i due bracciuoli vanno computati dalla loro leva media, e dalla lor superficie. Essendo le loro figure di due piccoli rettangoli, la leva media è uguale alla metà della linea, che passa dalla verticale dell'albero al principio della Ventola. Ed essendo tal linea, per l'esperienze fatte nel Lago di Castiglione, di soldi 4. 7. decime, la sua metà sarà di soldi 2. 35. cent.

N La

La loro superficie è di altezza 68. cent. di soldo. Onde amendue saranno 1. 36. cent. La loro lunghezza non va considerata dal centro dell'albero, ma bensì dallo spigolo del medesimo sino alla linea **AE**. Poichè le due facce, o lati dell' Albero fanno tra di loro equilibrio, essendo la forza del fluido sopra il primo uguale, ed in opposta parte del secondo. E' stata dunque misurata tal distanza di soldi 3, che moltiplicati per soldo 1. 36. centesime, ci danno il piccol prodotto di soldi quadrati 4. 08, i quali per soldi 2. 35. formano soldi cubici 9. 59. e tale appunto sarà la somma de' momenti di questi piccoli bracciuoli, riferendoli sulla loro leva media.

Affinchè però il calcolo proceda bene converrà riportargli alla leva media della stessa Ventola, che è di soldi 14. 75. cent. Onde facciasi come 14. 75 : 2. 35 = 9. 59. al quarto termine, che sarà di soldo cubico 1. 53. cent. Sicchè il momento de' due bracciuoli trasportato sulla leva media della Ventola, altro non produce, che soldo 1. 53, mentre il momento della Ventola è stato calcolato di detti soldi cubici 2950. Si comprende adunque esser tenuissimo tal momento, e senza error considerabile potrebbe certamente trascurarsi, ma pure volendo tener conto ancora delle piccole frazioni, ed aggiungendo questa al momento della Ventola, avremo soldi cubici 2951. 53.

Non dee far maraviglia ad alcuno, che tanto sia tenue la presente riduzione. Poichè è piccolissima la superficie de' due bracciuoli. E' similmente corta la leva, colla quale opera il fluido, e poi il loro piccolo prodotto va diminuito nella ragione delle due leve, la maggiore, e la minore.

AR-

# ARTICOLO IV.

*Della maniera di riportare i pesi dell' Esperienze al centro della Ventola.*

*Num. 62.* I Pesi adoperati nelle presenti Sperienze Idrauliche si riferiscono al semidiametro della Rotella R r, il quale quanto sarà maggiore, tanto sarebbe minore il peso aggravato Q (fig. I.). Nella scelta di tal semidiametro è convenuto aver più riguardi. Per diminuire le resistenze, come si vedrà, sarebbe stato ben fatto di accrescerlo considerabilmente, ma allora facilmente col moto maggiore il peso Q, sarebbe disceso nell'acqua, e l'innalzarlo continuamente sarebbe stato un fastidio da turbare le esperienze. Se si concepisca tal peso attaccato al centro K, esso tanto più scemerebbe, quanto è maggiore la distanza di tal punto dal centro dell'Albero. Onde per ridurre il peso delle esperienze al detto centro K, altro non dee farsi, che diminuirlo nella ragione della distanza del centro de' momenti al semidiametro della Rotella. Per disporre la presente materia a risultati della medesima, sarà ben fatto apportarne degli esempj.

## ESEMPIO I.

*Della Ventola adoperata nel Lago di Castiglione.*

*Num.* 63. In questo primo caso la circonferenza della Rotella era di soldi 14. 92. centesime. E perciò colla solita proporzione tralla circonferenza circolare, e suo raggio, questo sarà di soldi 2. 34. cent.

Ora per il Corollario II. dell'Art. I. la leva media, o la distanza del centro de' momenti dal centro dell'Albero è stata trovata di soldi 14. 75. centesime. Onde nominando $p$ il peso aggravato, avremo, come 14. 75 : 2. 34. $= p$ al quarto termine, che sarà $= \frac{p \times 2.34}{14.75}$, che per facilità di calcolo, potremo ridurre a centesime, e saranno $\frac{p \times 100}{630}$. Sicchè per ogni peso delle Sperienze fatte a Castiglione col primo Castello, servirà moltiplicarlo per 100, e dividerlo per 630. per aver il peso riferito al centro K, come va adoperato.

## ESEMPIO II.

*Della prima Ventola adoperata sul Fiume Arno.*

*Num.* 64. In queste Sperienze fatte sull'Arno, la circonferenza della Rotella era di soldi 9. 50. cent. Donde deducesi il semidiametro della medesima di soldi - - - - 1. 51. cent.

Per il citato Corollario II. dell'Articolo I. è stata calcolata la leva media di soldi - - - - 19. 20.

Onde

Onde sarà come dianzi il quarto termine = - $\frac{1.51 \times p}{19.10.} = \frac{p \times 100}{1272}$. Per tal formola sarà moltiplicato qualunque peso $p$ delle Sperienze predette.

### Esempio III.

*Della seconda Ventola adoperata sul Fiume Arno.*

*Num. 65.* Per questo terzo caso il Diametro della Rotella è il medesimo, ma varia il centro de' momenti, il quale per il Corollario II. dell'Art. I. è di soldi - - - - 20. 00

Onde sarà il quarto termine, cioè il peso ridotto al centro de' momenti di - - - - - - $\frac{p \times 151}{20.00} = \frac{p \times 7505}{10000}$

E trascurando la piccola frazione, potremo con maggior facilità adoperare il quarto termine di 75. parti millesime del peso $p$, ovvero di 7 $\frac{1}{2}$. centesime.

*Applicazione a qualche Sperienza fatta colla Ventola.*
*Esperienza I. N. 12.*

*Num. 66.* Una delle Sperienze fatte a Castiglione nel Lago, tenendo la Ventola perpendicolare al corso del fluido, la forza di questo si equilibrava con libbre 17. applicate alla Rotella. Onde facciasi come 630 : 1000 = 17. al quarto termine, che ci risulterà di libbre 2. 69. cent., e tal sarà il peso riportato al centro della Ventola.

*Espe-*

### *Esperienza II. N. 8. sul Lago di Castiglione.*

*Num.* 67. In una seconda Sperienza fatta pure al Lago di Castiglione, per equilibrare il peso colla forza perpendicolare dell'acqua corrente, vi vollero libbre 30. Onde facciasi similmente come 630: 100. = 30. al quarto termine, e questo sarà di libbre 4. 76. centes.

### *Esperienza III. al N. 27. fatta sul Fiume Arno.*

*Num.* 68. Desumerò la terza Sperienza da quelle fatte sul Fiume Arno colla prima Ventola, e tra esse sceglierò la prima serie eseguita nel dì 19. Gennajo dell'anno corrente. Il peso per equilibrarsi colla forza perpendicolare delle Acque correnti, fu in detta serie di libbre 152. Onde facciasi per l'Esempio II.

Come 1272 : 100 = 152. libbre al quarto termine, che sarà di libbre 11. 94. centesime.

### *Esperienza IV. al N. 47. sullo stesso Fiume.*

*Num.* 69. Ho presa questa esperienza dalla seconda serie delle sperienze fatte sul Fiume Arno, il dì 26. Gennajo colla seconda Ventola. Il peso fu trovato di libbre $10\frac{1}{2}$. Onde per questa Ventola dovrà farsi.

Come 1000: 175 = 10. 5. al quarto, che sarà di libbre 0. 7875, cioè prossimamente 0. 79. centesime di libbra.

Ar-

## AVVERTIMENTO I.

*Num.* 70. Merita di esser bene avvertito, che per mancanza di Stadera Fiorentina, i pesi aggravati nelle Sperienze del Lago di Castiglione erano colla Stadera di Siena, che è minore di $\frac{1}{12}$ rispetto alla Fiorentina. Ma le Sperienze fatte al Fiume Arno in faccia al Pontadera furono eseguite colla Stadera Fiorentina. E perciò convien ridurre le Sperienze I. e II., diminuendo i loro pesi nella ragione del 12. 11. Essendo così ridotti i pesi delle prime due Sperienze sarà:

Il peso ridotto della I. Sperienza di libbre - 2. 46. cent.
Della II. Esperienza - - - 4. 36.
Della III. - - - - - - - 12. 38.
Della IV. - - - - - - - 0. 79.

Queste due ultime restano come prima, perchè sono state fatte a peso fiorentino, al quale sono state ridotte le prime due. Così in avvenire potranno tali sperienze adoperarsi, avvertendo, che tutti gli altri pesi delle Sperienze, eseguite al Lago di Castiglione hanno bisogno della riduzione già detta al peso fiorentino.

## AVVERTIMENTO II.

*Num.* 71. Potrebbe venir sospetto, che il semidiametro della Rotella dovesse aumentarsi colla mezza grossezza della funicella, che regge il peso aggravato. Ma oltrechè tal grossezza è assai piccola, sarà ben di riflettere, che l'interior superficie della funicella, che sta a contatto col Canaletto della Rotella, eser-

esercita la sua forza sul semidiametro della medesima, e che per tal riflesso l'azione della fune traente non si esercita col suo centro, ma sibbene colla superficie, che sta a contatto col menzionato Canaletto. Per tal ragione io ho creduto di prevalermi del puro semidiametro della Rotella senza altra aggiunta, la qual per altro sarebbe tenue.

## ARTICOLO V.

*Delle resistenze, che competono colle Sperienze della Ventola Idraulica, e come esse possono calcolarsi.*

*Num.* 72. LA riduzione per il titolo delle resistenze, e la più difficile di tutte le altre, ed inoltre essa non è insensibile ne' casi, e dimensioni del Castello. Le attenzioni usate per far sottili i pernj dell'Albero, per munirli di rallini di metallo, per rendere acuto a modo di cono il pernio inferiore, ed altre, che taccio, fanno sì, che l'Albero, e la Ventola, quando son liberi dall'impressione del fluido, e dal peso aggravato alla Rotella, girano con tal facilità, che tutte le loro resistenze sono minori di un oncia, come è registrato nelle sperienze a tal effetto premesse al N.° 1. Ma non è già così, quando il fluido da una parte percuote tutta la superficie della Ventola, e quando dall'altra gli fà equilibrio il peso aggravato sulla girella V (fig. I.), e poi sulla rotella R r. Giacchè tal forza obbliga i pernj dell'Albero ad aggravarsi sull'occhio inferiore, e superiore lateralmente, ed orizzontalmente,

mente, e perciò il peso aggravato dee equilibrarsi non solo colla forza del fluido, ma ancora col valore di questa resistenza. Aggiungasi a questo, che la puleggia V, che rivolge il moto della direzione orizzontale alla verticale, forma una seconda resistenza del suo pernio coll'occhio, sul quale si aggira. E benchè per la ragione del Vette maggiore, a cui la pressione è applicata, tal resistenza molto diminuisca, come si vedrà, pure giungendo i pesi traenti a libbre 100, e più, la resistenza, che indi ne nasce non dee dirsi insensibile, come si proverà cogli esempj.

*Num.* 73. Le sperienze, che abbiamo de' Signori Amontons, Muschembroek, ed altri Fisici di gran merito intorno alla natura, e valore delle resistenze per il contatto, ed affritto de' nostri solidi, non anno al caso nostro tutta quell'analogia, che bisognerebbe, e perciò volendo ben dilucidare una materia in se stessa assai oscura, e non arbitrar punto nella riduzione delle resistenze dell' Albero, e della puleggia, ho voluto intraprendere appostatamente una serie di sperimenti, che mi pajono decisivi nella presente ricerca. Essi sono stati fatti coll'ajuto della piccola macchinetta, che incomincio a descrivere.

*Num.* 74. Sia A B C D (fig. V) il piede, o base di legno sulla quale dee posare la macchinetta. Siano due ritti pure di legno collocati sul detto zoccolo, ed ugualmente elevati V E, L F, sulla sommità de' medesimi siano fissati due mezzi cerchj di ferro col loro piede a b c, d e f, i quali nell' interna superficie siano ben limati, e smerigliati, perchè meno, che sia possibile resistano colla confricazione del cilindro di ferro G H, che sopra di essi dovrà girare. La grossezza, o diametro di tal

cilindro sia un tantino minore del diametro de' due cerchi concavi, affinchè incastrandovi con troppa forza, non impediscano la facilità del moto. Ed a tale effetto il suddetto cilindro sia ben lustrato, e limato in quella parte, che posa sul concavo semicircolare.

Preparato così il cilindro, alla sua metà si avvolga una funicella per due, o tre volte, e l'estremità di essa nel punto L si lasci pendere liberamente per poter ricevere, e sostenere il vasetto MN, destinato per caricarlo con pesetti maggiori, o minori.

Provando prima colle mani a far girare il cilindro GH, per vedere se al suo girare incontra difficoltà, indi si aggiunga un poco per volta al vasetto de' pesi un peso tale, che il cilindro faccia la sua prima mossa, ed allora si pesi il cilindro, ed il peso movente, per sapere la proporzione di tali due pesi, che è quella, che ha il cilindro di ferro alla forza necessaria per vincere la sua resistenza, per incominciare il suo giro.

Sia tal prova ripetuta più, e più volte, mutando la posizion del cilindro, per isfuggire l'effetto di qualche sua irregolarità.

Poi si ungano i due concavi semicircolari, ed il cilindro medesimo, con un poco di olio ben pulito, per vedere, se il peso movente MN scemi a tal diligenza, e di quanto.

Compite queste prime sperienze col solo peso del cilindro, si passi poi ad aggravarlo nelle due estremità, che sporgono fuori de' due concavi, avvertendo di ajutare con due puleggo Y, Y i due uguali pesi X, X, per non turbare con una nuova resistenza il valore di quella, che da noi va rintracciandosi, per il solo contatto de' due concavi colla convessità del cilin-

cilindro. Tentando adunque tali prove con pesi diversi, si verrà in chiaro se il peso MN riesca, o no proporzionale alla somma del cilindro, e de' pesi aggravati variandoli quanto si vorrà. Con tal macchinetta, e con tal metodo sono state da me fatte le seguenti sperienze.

*Esperienze fatte, per rilevare le resistenze de' pernj, il dì* 8. *e* 9. *Agosto* 1779.

*Num.* 75. Fu fatto un cilindro di ferro saldo, tirato alle Ferriere, e poi ben tornito, e limato, del peso di libbre 40, il quale era di lunghezza braccio 1. soldi 10. E di circonferenza soldi 5. 44. centesime, e così il suo diametro di soldo 1. 73. cent.

I due fulchri furono fatti di ottone gettato, e si procurò di dare ad essi una figura semicircolare più esattamente, che sia stato possibile, procurando, che il diametro fosse un tantino maggiore di quello del cilindro di ferro.

Prima di fare l' esperienze, fu lungamente fatto girare il sopraddetto cilindro di ferro ne' due concavi di metallo, procurando così che esso formasse il suo liscio nel metallo medesimo, il quale riuscì così ben lustrato, come appunto si suol fare ne' pernj delle macchine, o delle ruote di qualunque qualità. Fatto così il preparativo si procedè alle seguenti sperienze.

Sperienza I.

*Num.* 76. Collocando il cilindro precisamente nel mezzo della sua lunghezza sopra i due fulchri, ed attaccandovi una funicella con sacchetta di tela, precisamente alla metà della

lunghezza, si andava infondendo della rena in detta sacchetta infino, che il cilindro incominciò a girare, e per questo primo movimento vi vollero libbre 10. once 10. di peso.

Esperienza II.

*Num.* 77. Avendo fatto girare il sopraddetto cilindro a diversi suoi punti, per ovviare all'irregolarità, se mai vi fosse stata, si trovò sempre, che il peso per farlo girare era delle stesse libbre 10. once 10.

Esperienza III.

*Num.* 78. Avendo trasportato il punto di sospensione dal mezzo sino alla quarta parte della lunghezza, fu di bel nuovo aggiunto del peso un poco per volta alla stessa sacchetta, ed in tal circostanza il peso era di libbre 9. once 10.

Esperienza IV.

*Num.* 79. Fu mutata la sospensione collocandola dalla parte destra alla quarta parte della distanza, ed allora il cilindro cominciò a muovere con libbre 10, e once 2.

Esperienza V.

*Num.* 80. Fu accostata sempre più la sospensione al punto del bilico in modo tale, che era di soldi 2, e danari 8, ed in tale stato si cominciò di bel nuovo ad infondere la rena nella sacchetta, e cominciò a muovere al peso di libbre 10. once 2.

Esperienza VI.

*Num.* 81. Trasportando la sospensione dalla destra alla distanza di soldi 2 $\frac{2}{3}$, ed in tale stato riempiendo di nuovo la sacchetta di rena, il cilindro girò al peso di libbre 10. once 3.

Da tutte queste sperienze si comprende, che aggravando ora più ora meno il fulcro del cilindro, e accrescendosi colle diver-

diverse distanze della sospensione, per aggravar più il più vicino, e meno il più lontano, la somma delle inuguali resistenze fa quasi il medesimo effetto, che colle due resistenze uguali, il che succede quando la sospensione è nel mezzo. Piccola è la differenza, che corre da libbre 10. once 10. alle libbre 10. once 3, essendo le prime libbre delle due resistenze uguali, e le seconde delle due resistenze inugualissime; E perciò nella Meccanica Sperimentale, quando una ruota è sospesa ad un albero orizzontale, co' suoi pernj pure orizzontali, incontra la stessa resistenza, o essa sia nel mezzo del suo albero, o lungi dal mezzo, anco a piccola distanza dall'asse del suo rivolgimento. Resta ora, che si esamini, se aggravando al cilindro altri pesi estranei sostenuti colle pulegge, la resistenza sia proporzionale, o no a pesi aggravati.

Esperienza VII.

*Num.* 82. Per esaminare questa Meccanica Teoria fu aggravato al detto cilindro un peso con sua puleggia, che potesse liberamente girare nel rivolgimento del cilindro, ed avendo aggravato tanto peso, che questo incominciasse a muoversi, vi vollero a tal fine libbre 17. once 3.

Il sopraddetto peso aggravato era di libbre 20, cioè precisamente la metà del peso del cilindro.

Esperienza VIII.

*Num.* 83. Per la seconda volta fu fatta la medesima sperienza mutando un poco le sospensioni, il cilindro girò al peso di libbre 18. once 4.

Esperienza IX.

*Num.* 84. Fu rifatta la stessa sperienza, collocando il peso di libbre 20. nel mezzo del cilindro di ferro, e la sospensione

della

della facchetta circa ad una quarta parte della diſtanza, e ſi oſſervò la moſſa del cilindro al peſo di libbre 18. once 7.

Ed un altra volta era di libbre 18. once 8.

Eſperienza X.

*Num.* 85. Fu fatta l'eſperienza collocando il peſo di libbre 20, alla diſtanza di un quinto dall'uno all'altro fulcro, e nel mezzo del cilindro di ferro fu collocata la facchetta, la quale cominciata ad empire, il cilindro cominciò a girare al peſo di libbre 31. oncia 1.

Eſperienza XI.

*Num.* 86. Fu rifatta la ſperienza con due peſi collocati nella forma già detta, o colla facchetta nel mezzo, ed empiendo la medeſima, il cilindro girò al peſo di libbre 29. once 3.

Eſperienza XII.

*Num.* 87. Fu rifatta la ſuddetta ſperienza nella forma, che ſopra, e fu trovato girare il cilindro al peſo di libbre 29.

Diametro del pernio de' due peſi di piombo, che aggravano il cilindro è di danari 3.

Il diametro delle pulegge, che girano intorno al ſuddetto pernio è di ſoldi 2.

*Eſperienze fatte per eſaminare la reſiſtenza, che poſſono aver fatto le due pulegge, alle quali ſono ſtati attaccati i peſi di libbre 20.*

*Num.* 88. Poteva ſempre dubitarſi, che le due pulegge Y Y (fig. V.), che ſoſpendevano i peſi X, X, cagionaſſero una parte di quella reſiſtenza, che faceva il cilindro di ferro, nel girare attorno a due concavi d e f, a b c, e perciò conveniva eſaminare

minare a parte, se in realtà i pernj delle due pulegge nel girare formassero qualche sensibile resistenza. Poteva dubitarsi, se detti pernj fossero ben torniti, e centrati dall'Artefice, il che non poteva riconoscersi colla semplice vista, ma conveniva farne prova con qualche argomento Meccanico. Per tal fine fu preso il partito di pesare prima nella stessa Stadera i sopraddetti due pesi X, X, che furono trovati di libbre 20. colle pulegge, e funicella. Indi un'estremità di detta funicella fu fermata in una capra di legno, al di sotto della quale fu fatta passare per la prima puleggia, mentre la seconda sua estremità si attaccava all'anello della medesima Stadera, fermata col suo gancio alla stessa capra. Quando la resistenza fosse stata insensibile doveva apparire la metà del peso, cioè libbre 10. secondo che dimostrasi nella Meccanica, e quando detta resistenza fosse stata sensibile, ne doveva dar prova la medesima Stadera, la quale sostenendo la metà del peso, e la sua resistenza non doveva salire totalmente a libbre 10, ma restarne addietro per quella proporzione, che fosse stata proporzionata alla resistenza del pernio. Messa adunque a cimento la prima puleggia col suo peso X, il romano della Stadera faceva equilibro a libbre 9. once 8.

E nella seconda puleggia a libbre 9. once 7, segno infallibile, che l'once 4, o le 5. erano il valore della resistenza, che cerchiamo.

E siccome le once 4 sono la parte trentesima delle libbre 10, così potremo inferirne, che la resistenza de' due pernj fosse all'incirca di una parte trentesima del peso aggravato. E se si vuol pigliare la parte media delle due sperienze, sarebbe non già la parte trentesima, ma piuttosto la parte ventesima settima.

E' sta-

E' ſtato determinato il diametro del pernio di denari $3\frac{1}{2}$ e quello della puleggia di denari 24. E perciò ſtarà il primo al ſecondo come 1 : 8, e perciò deducendo la reſiſtenza dello ſteſſo pernio in ſe medeſima, ſenza il momento della leva maggiore, reſiſterà detto pernio $\frac{7}{8}$ del peſo totale.

Con sì fatte ſperienze potremo rettificare quelle già fatte ſul cilindro di ferro, liberandole dalle reſiſtenze de' pernj con togliere a peſi delle puleggé $\frac{1}{27}$ del loro peſo, giacchè tutto eſſo peſo gravitava ſul cilindro di ferro. Così potremo avere i peſi ridotti delle ſperienze nella ſeguente maniera.

*Peſi ridotti delle Sperienze, e loro riſultato. Sperienze del ſolo cilindro di ferro ſenza aggiunta di peſo ſtraniero.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Num.* 89. | Per la Sperienza I. libbre - - - - - | 10. | 10. |
| | Per la Sperienza II. - - - - - - | 10. | 10. |
| | Per la Sperienza III. - - - - - - | 9. | 10. |
| | Per la Sperienza IV. - - - - - - | 10. | 2. |
| | Per la Sperienza V. - - - - - - | 10. | 2. |
| | Per la Sperienza VI. - - - - - - | 10. | 3. |
| | Somma libbre - - - - | 62. | 1. |

Che diviſe per ſei, ſomminiſtrano il peſo medio di - - - - - - - - - - - - - - - - - 10. 33.

Eſſendo adunque il peſo del cilindro di ferro di libbre 40. la ſua reſiſtenza ſtarà al ſuo peſo come il 10 : 38, cioè la reſiſtenza ſarà maggiore del quarto, e minore del terzo.

Eſpe-

*Esperienze del Cilindro di ferro aggravato con libbre* 20. *di peso straniero, munito della sua puleggia.*

*Num.* 90. Sperienza VII. libbre - - - - - 17. 3.
Sperienza VIII. - - - - - - - - - 18. 4.
Sperienza IX. - - - - - - - - - - 18. 7.
Somma totale - - - lib. 54. 2.
Il cui peso medio sarà - - - - - - - - - 18. 05.

Or si diminuisca tal peso togliendone la sua parte ventisettesima, che è di 66. centesime di libbra, e così sarà il peso ridotto - - - - - - - lib. 17. 39. cent. Che rispetto a libbre 60, che è la somma del cilindro, e del peso, ci somministra la proporzione del 10: 35, cioè della resistenza al peso, che la genera nella rivoluzione del cilindro. E da questa seconda classe di sperienze deducesi, che la resistenza è un poco meno della terza parte del peso. Poichè la terza parte porterebbe la ragione del 10: 30. Sarà perciò nelle presenti sperienze tra la parte terza, e la quarta del peso totale, essendo il numero 35. precisamente il medio aritmetico tra 30, e 40.

*Esperienze del cilindro di ferro aggravato con amendue i pesi, che fanno insieme libbre* 40.

*Num.* 91. Per l'Esperienza X. libbre - - - 31. 1.
Per l'Esperienza XI. - - - - - - 29. 3.
Per l'Esperienza XII. - - - - - - 29. 0.
Somma - - - - - lib. 89. 4.

Che diviſo per il numero delle ſperienze, ci paleſano la reſiſtenza media - - - - - - - - - 29. 77. cent.

Le quali diminuendo al ſolito con togliere $\frac{1}{27}$, cioè libbre 1. 10. cent. reſtano - - - - - - - lib. 28. 67. cent.

Il peſo totale è di libbre 80, riſpetto al quale la reſiſtenza ſarà come il 10 : 28 proſſimamente, la qual ſupera la terza parte del peſo totale.

Eſprimendo i peſi totali in parti milleſime per maggior preciſione, ſarà

Per il peſo di libbre 40. la ragione del 1000 : 263.
Per il peſo di libbre 60. la ragione 1000 : 285.
Per il peſo di libbre 80. la ragione del 1000 : 357.

*Num.* 92. Dal qual paragone comprenderemo il general riſultato, che in ordine alle reſiſtenze, che fanno i pernj di ferro quando girano ſopra rallini di ottone, non ſieguono la ragione de' peſi comprimenti, ma dette reſiſtenze ſon tanto più ſuperiori a detta ragione, quanto più ſi aumentano i peſi prementi ſullo ſteſſo cilindro, e ſulla ſteſſa ſuperficie. Poichè col peſo di libbre 40. tal reſiſtenza è eſpreſſa dal numero 263.

Col peſo di libbre 60. dal numero 285.

E finalmente col peſo di libbre 80, la ſteſſa reſiſtenza appariſce di parti 357.

Così col minor peſo la reſiſtenza ſi accoſta al quarto del totale, e col peſo maggiore ſupera il terzo del medeſimo totale.

Io non intendo di eſtender tali proporzioni a tutti i generi di reſiſtenze, ma ſolamente a quelle, che riſentono i pernj delle ruote nel girare ſopra i rallini, colla ſemplice leva del ſemidiametro de' pernj. Aumentando poi detta leva in qualun-

que

que proporzione, si sa dai Meccanici, che la resistenza diminuisce di tanto, di quanto si accrescono i detti semidiametri. Meriterebbe però il pregio dell'opera, che più sensate, e più sottili esperienze si facessero sulle resistenze de' nostri solidi quando essi operano diversamente, cioè, quando si fanno sdrucciolare sopra piani orizzontali, o sopra piani inclinati, nel qual caso potrebbe esser vera la Teorìa di alcuni moderni Scrittori, che le resistenze sieguano prossimamente la costante ragione de' pesi.

*Num.* 93. Ritornando ora al mio proponimento intorno alla resistenza de' pernj, che si adoperano nell'albero del Castello Idraulico, nel primo Castello, che soffre un peso di libbre 30, io credo sulla scorta delle prime sperienze, di potermi prevalere dell'Ipotesi, che le resistenze siano la quarta parte de' pesi, o forze comprimenti, e nel più gran Castello adoperato sul Fiume Arno, sul quale i pesi arrivano a libbre 152, potrò adoperare la ragione del 100: 36, cioè facendo le resistenze ugoali a 36. parti centesime de' pesi aggravati. Su tali due Ipotesi saranno rettificate le nuove sperienze descritte nel Libro I.

*Num.* 94. Presupposte dunque le registrate sperienze, ed i loro risultati, convien ora, che si passi ad applicare i medesimi al primo Castello Idraulico servito nel Canal di Castiglione. In detto Castello si è fatto il semidiametro della puleggia V duodecuplo del semidiametro del pernio. Onde la respettiva resistenza sarà di $\frac{1}{48}$ del peso Q aggravato sulla puleggia, o calase per rivoltare la direzione del moto.

Nel Castello medesimo, la circonferenza della Rotella R r era di soldi 14. 92. cent., mentre quella del pernio era di sol-

do 1. e 50, e così ſtarà il raggio al raggio come 10: 1. aſſai proſſimamente. Onde ſarà il valore della reſiſtenza di $\frac{1}{40}$. Sommando inſieme tali due reſiſtenze, e riducendole a parti diecimilleſime del peſo totale, ſarà detto peſo totale alle due reſpettive reſiſtenze, come 10000 : 458, cioè poco più $4\frac{1}{2}$ per cento. Ma perchè alle due reſiſtenze indicate una terza potrà rilevarſene, che naſce dall'impulſo del fluido ſopra la ſuperficie dell'Albero, che forma una nuova preſſione de' due pernj addoſſo agli anelli corriſpondenti, potremo per tal cagione aggiugnere qualche valore di più, compiendo per tal titolo le cinque parti centeſime, colle quali facilmente riduceſi ogni dato peſo. E bene avvertaſi, che tale riduzione può farſi, o al peſo totale diminuendolo di tre centeſime, o al peſo ridotto al centro della Ventola, tornando ſempre lo ſteſſo riſultato.

*Riduzione delle quattro Sperienze addotte nell' Articolo IV, per cagione delle reſiſtenze.*

*Num.* 95. Eſſendo ſtati ridotti i peſi delle quattro Sperienze citate nell' Articolo antecedente Avvertimento I. al centro de' momenti della Ventola, volendo ora ad eſſi applicare la correzione delle reſiſtenze reſterà

Il peſo dell' Eſperienza I. di libbre - - - - 2. 34.
Dell' Eſperienza II. di - - - - - 4. 15.
Dell' Eſperienza III. di - - - - - 12. 36.
Dell' Eſperienza IV. di - - - - - 0. 75.

Poi-

Poichè le tre cent., nella I. Esperienza portano - - - - - - - - - - - - - - - - - - - 0. 12.

Nella II. - - - - - - - - - - - - 0. 21.

Nella III. - - - - - - - - - - - - 0. 59.

Nella IV. - - - - - - - - - - - - 0. 04.

Onde togliendo tali frazioni da' pesi computati nel detto avvertimento, e trascurando le parti millesime, avremo i quattro numeri già descritti.

Questa riduzione delle resistenze è sottrattiva, è non già additiva. Poichè nelle oscillazioni della Ventola essa trapassava il vero punto dell' equilibrio, e poi ritornava addietro. Onde il peso aggravato aveva già superate le resistenze, e perciò equivaleva alla somma delle spinte del fluido, e delle resistenze de' pernj. Per aver dunque il vero valore degl' impulsi delle acque correnti, va detratta l' equazione delle resistenze.

## ARTICOLO VI.

*Della maniera di calcolare l' altezza dell' acqua sulla superficie della Ventola, il cui peso uguagli il peso ridotto al centro della medesima.*

*Num.* 96. PEr aprir la strada a quei risultati, che rintraccerò nel Libro III. è indispensabile di sapere qual sia l' altezza verticale dell' acqua sulla superficie della Ventola, supponendola in posizione orizzontale, quando il suo volume così disposto dovesse aver lo stesso peso, che già è stato calcola-

colato, e ridotto al centro de' momenti, come è ſtato dimoſtrato ne' due antecedenti Articoli.

A tale intendimento converrà prima fiſſare il vero peſo di un braccio cubico di acqua comune, miſura Fiorentina. A tal' effetto ſon già più anni, che avendo ricevuto da M. de la Condamine la vera teſa parigina, da lui adoperata nella miſura del grado all' Equatore, feci coſtruire con ogni preciſione un vaſo cubico di un piè parigino, ed avendo riſcontrato, che il braccio fiorentino conteneva eſattamente pollici $21\frac{1}{2}$ del piede franceſe, di tal miſura pure feci lavorare un altro braccio cubico, ed avendolo immediatamente peſato, ripieno di acqua di pozzo di Firenze, e poi detrattone il peſo del vaſo, ritrovai, che un braccio cubico di acqua peſava libbre 570. incirca. Ho detto *incirca*, perchè alle groſſe ſtadere è difficile aver le libbre con preciſione. Onde per meglio aſſicurarmene, peſai il piede cubico di acqua, e detratto pure il peſo del vaſo, ritrovai accoſtarſi tanto a libbre 100. che due, o tre once al più poteva corrervi di divario. Aſſumendo adunque le libbre 100, ed avendo, che il piede cubico contiene pollici cubici 1728, ed il braccio cubico contiene degli ſteſſi pollici 9938. 3. 75. milleſime, dividendo queſto numero per il primo, ne riſulta libbre 575. 14. centeſime peſo fiorentino. Laſciando adunque la frazione, adopererò il braccio cubico di libbre 575.

Adunque ciò preſuppoſto, la ſuperficie di un braccio quadro in ſoldi dicaſi $= S$

La data ſuperficie della Ventola dicaſi $= s$

L' altezza del braccio cubico dicaſi $= A$

L' altezza cercata dicaſi $= x$

Il peſo del braccio cubico di acqua dicaſi $= P$

Il

Il dato peso di acque, che sospinge la Ventola dicasi = $p$.

Essendo adunque notissimo il Teorema, che i pesi di un fluido insistente su due date superficie, siano in ragion composta delle basi, e delle altezze sarà

SA : $sx$ = P : $p$. Onde avremo

$p$ S A = P $s$ $x$. E così sarà $\frac{SAp}{Ps} = x$

Nella soluzione del nostro problema, il valore $\frac{SA}{P}$ sarà costante, e sarà uguale a $\frac{400 \times 20}{575} = \frac{8000}{575} = 13.\ 913$. mill. Onde il presente Problema facilmente si risolverà in qualunque data sperienza, moltiplicando il detto numero 13. 913, per il peso ridotto, e dividendolo per la data superficie della Ventola.

### ESEMPIO I.

*Sulla Esperienza I.*

*Num.* 97. Nella prima Esperienza, la superficie della Ventola = $s$ era di 200. soldi quadrati, ed il peso ridotto di libbre 2. 34. cent., come nell' Articolo V. Onde sarà l'altezza $x$ di soldi - - - - - - - - - - - 0. 136. mill.

### ESEMPIO II.

*Sull' Esperienza II.*

*Num.* 98. In questo caso la superficie della Ventola era la medesima, cioè soldi quadrati 200.

Il peso $p$, secondo l' Articolo antecedente fu di libbre 4. 15. cent.

Onde il suo prodotto per 13. 913. diviso per 200. ci darà l' altezza $x$ di soldi - - - - - - - - o. 289. millesime.

## ESEMPIO III.

### Sull' Esperienza III.

*Num.* 99. La superficie della Ventola in questo caso era di soldi □ 312. 5.

Il peso $p$ ridotto, di libbre 11. 76. cent. Onde sarà in questo caso l' altezza $x$ di soldi - - - - - - - o. 523. millesf.

## ESEMPIO IV.

### Sull' Esperienza IV.

*Num.* 100. La superficie della Ventola era di soldi □ 200, per essere di braccia 2. di lunghezza, e soldi 5. altezza.

Il peso ridotto era di libbre o. 75. cent. Onde fatto il calcolo al solito, sarà la $x$ di soldi - - - - o. 052. millesf.

AR-

# ARTICOLO VII.

*Della riduzione della caduta de' gravi, e delle loro velocità in misure del braccio fiorentino.*

*Num.* 101. ESsendo state praticate tutte le dimensioni delle mie Sperienze Idrauliche in soldi, e braccia fiorentine, in vece di ridur queste a pollici, e piè di Parigi, ne' quali abbiamo le Tavole delle cadute, e velocità de' corpi gravi, sarà cosa opportuna di ridurre tali cadute, e celerità in braccia, e soldi di braccio fiorentino.

Adunque sul supposto, che detto braccio sia di pollici $21\frac{1}{2}$, e che la caduta de' gravi in 1''. di tempo giunga a piedi 15. con una piccola frazione, che si valuta di $\frac{1}{15}$, i detti piedi 15. si ridurranno a braccia da panno 8. 43. cent. Ed essendo la velocità relativa al tempo medesimo doppia dell'altezza, perchè il corpo grave sulla fine della sua caduta, colla velocità acquistata in tal caduta, scorrerebbe il doppio spazio dell'altezza da cui è caduto, ne seguirà che la velocità dovuta ad un secondo di tempo, sia di braccia 16. 86. centesime. E riducendo il tutto a soldi, in essi la caduta libera in 1'', sarà di soldi - - - - - - - - - - - - - - - 168. 6. dec.

E la velocità dovuta, di soldi - - - - 337. 2.

Or egli è dimostrato nella Meccanica, che le velocità de' corpi gravi liberamente cadenti, sono in ragion sudduplicata delle altezze, da cui discendono. Se adunque sia data un'altra qualunque

lunque altezza espressa in soldi fiorentini, per dedurre la corrispondente velocità, dovremo formare l'Analogìa, cioè come $\sqrt{168.\ 60}$: alla radice della data altezza, così la velocità di soldi 337. 20. al quarto termine, che si cercava.

Il valore di $\sqrt{168.\ 60}$. è assai prossimo a 13. il cui quadrato è di 169. 00. Volendo però cercare una precision maggiore, esso potrà farsi di 12. 98.

Se la data altezza è di parti centesimali senza alcun numero intero, allora convien moltiplicare 12. 98. per 10, e sarà 129. 8. Poichè sia per esempio l'altezza data di 16. centesime, sarà 12. 98 : $\sqrt{\frac{16}{100}}$ = 337. 2. al quarto, cioè 12. 98 : $\frac{4}{10}$ = 337. 2. al quarto. Onde sarà 129. 8 : 4. = 337. 2. al quarto.

I due termini 129. 8. e 337. 2. di questa Analogìa sono invariabili, ed il Logaritmo del primo va sottratto da Logaritmo del secondo, affinchè aggiungendovi la metà del Logaritmo della data altezza in parti centesime, si possa ottenere la velocità, che si cerca.

Sarà Logaritmo di 337. 2. - - - - - - - = 2. 52788.

Logaritmo di 129. 8. - - - - - - - = 2. 11327.

Residuo - - - - - - - = 0. 41461.

Suppongasi ora data un'altezza di 16: 30. cent. di soldo, sarà il Log. di 16. 30. - - - - - - - - - - = 1. 21218.

Sarà la sua metà - - - - = 0. 60609.

Che aggiunta al Logaritmo costante - - = 0. 41461.

ci somministra - - - - - - - - - - - - - = 1. 02070.

al quale competono soldi 10. 49. cent., che è la velocità dovuta alla data caduta.

E sic-

*Num.* 102. E ficcome tal caduta è appunto quella, che è ftata computata nell' Efempio I. dell' Articolo antecedente, così fapremo, che a quell' altezza computata fecondo l' apportata Teorìa, compete la velocità di detti foldi 10. 49. centefime.

Operando nella fteffa maniera, ci riufcirà di formare una Tavola neceffaria per abbreviare i computi di quefto Opufcolo Idraulico, come pure per le altre occorrenze della materia delle acque correnti.

Una fimil Tavola è ftata da me calcolata in un altro mio Opufcolo, che contiene una *Differtazione Meccanica fugli Strumenti, che poffon fervire alla mifura del Viaggio Marittimo, e della velocità delle Acque, e de' Venti.* Stampata l' anno 1752. Ma detta Tavola è efpreffa in piedi, e pollici Parigini, mentre la Tavola ora calcolata efprime tanto le altezze, che le velocità in mifure fiorentine, che fono a noi familiari.

Num. 103. *Tavola delle altezze delle Cadute in parti Centesime di Soldo, e delle corrispondenti*

*Velocità in Soldi, e centesime di Braccio Fiorentino.*

| Cadute | Velocità | Cadute | Velocità | Cadute | Velocità | Cadute | Velocità |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Centes. | Soldi cent. | Centes. | Soldi cent. | Centes. | Soldi cent. | Centes. | Soldi cent. |
| 1 | 2. 60 | 26 | 13. 21 | 51 | 18. 55 | 76 | 22. 65 |
| 2 | 3. 68 | 27 | 13. 50 | 52 | 18. 73 | 77 | 22. 80 |
| 3 | 4. 49 | 28 | 13. 75 | 53 | 18. 91 | 78 | 22. 94 |
| 4 | 5. 19 | 29 | 13. 99 | 54 | 19. 09 | 79 | 23. 09 |
| 5 | 5. 51 | 30 | 14. 23 | 55 | 19. 27 | 80 | 23. 23 |
| 6 | 6. 36 | 31 | 14. 46 | 56 | 19. 44 | 81 | 23 38 |
| 7 | 6. 88 | 32 | 14. 69 | 57 | 19. 61 | 82 | 23. 52 |
| 8 | 7. 35 | 33 | 14. 92 | 58 | 19. 78 | 83 | 23. 67 |
| 9 | 7. 79 | 34 | 15. 15 | 59 | 19. 95 | 84 | 23. 81 |
| 10 | 8. 21 | 35 | 15. 37 | 60 | 20. 12 | 85 | 23. 92 |
| 11 | 8. 61 | 36 | 15. 58 | 61 | 20. 29 | 86 | 24. 09 |
| 12 | 9. 00 | 37 | 15. 80 | 62 | 20. 45 | 87 | 24. 23 |
| 13 | 9. 36 | 38 | 16. 01 | 63 | 20 62 | 88 | 24. 37 |
| 14 | 9. 72 | 39 | 16. 23 | 64 | 20. 78 | 89 | 24. 51 |
| 15 | 10. 06 | 40 | 16. 43 | 65 | 20. 94 | 90 | 24. 64 |
| 16 | 10. 39 | 41 | 16. 64 | 66 | 21. 10 | 91 | 24. 78 |
| 17 | 10. 70 | 42 | 16. 84 | 67 | 21. 29 | 92 | 24. 92 |
| 18 | 11. 02 | 43 | 17. 03 | 68 | 21. 42 | 93 | 25. 05 |
| 19 | 11. 32 | 44 | 17. 23 | 69 | 21. 58 | 94 | 25. 18 |
| 20 | 11. 62 | 45 | 17. 43 | 70 | 21. 73 | 95 | 25. 32 |
| 21 | 11. 90 | 46 | 17. 62 | 71 | 21. 89 | 96 | 25. 45 |
| 22 | 12. 18 | 47 | 17. 81 | 72 | 22. 04 | 97 | 25. 58 |
| 23 | 12. 44 | 48 | 18. 00 | 73 | 22. 19 | 98 | 25. 72 |
| 24 | 12. 73 | 49 | 18. 19 | 74 | 22. 35 | 99 | 25. 85 |
| 25 | 12. 99 | 50 | 18. 37 | 75 | 22. 50 | 100 | 25. 98 |

Nella

*Num.* 104. Nella prima colonna della Tavola son registrate le cadute in parti centesime di soldo.

Nella seconda le velocità in soldi, e loro centesime, e con tali velocità s' intendono gli spazj percorsi con moto equabile dentro il tempo di 1", con quella velocità, che il grave ha acquistato sul fine della sua caduta.

Quando adunque sarà data la caduta del grave in centesime di soldo, in faccia a tal caduta nella Tavola, si dedurrà la velocità corrispondente.

Ed al contrario quando sarà data la velocità delle acque correnti, trovata nella Tavola tal velocità ne' suoi soldi, e centesime, in faccia si riscontrerà la caduta, o l'altezza, che compete alla detta velocità.

Se poi o l'altezza data, o la data velocità non corrisponderà precisamente ai numeri della Tavola, ma avrà una qualche frazione, allora colle parti proporzionali si troverà al solito la frazione additiva, corrispondente alla data altezza, o alla data velocità.

Le ordinarie velocità de' Fiumi non esigono una Tavola più estesa, oltre alla caduta di soldo uno, che porta la velocità di braccio 1. soldi 5. 98. centesime. Ma quando una maggior velocità fosse data ne' casi delle piene de' Fiumi, allora è tanto facile colla formola addotta il dedurre l'altezza, che io mi risparmierò la pena di continuare la Tavola.

*Num.* 105. Sia il primo caso di una data altezza superiore a numeri della Tavola. Ella dee ridursi a centesime di soldo, affinchè il calcolo proceda in regola. Pigliando la metà del suo Logaritmo, ed aggiugnendovi il Logaritmo costante, risulterà il Logaritmo della velocità competente alla data altezza.

Per

Per esempio, sia data la caduta di soldi 5. che saranno 500. centesime. Il suo Logaritmo sarà - = 2. 69897.

Metà del Logaritmo - - - - - - = 1. 34948.

Logaritmo costante - - - - - - = 0. 41461.

Somma - - - - - - - = 1. 76409.

al quale compete la velocità di soldi 58. 08. cent.

*Num.* 106. Sia il secondo caso di una data velocità superiore alla Tavola. Essa riducasi in soldi, de' quali piglisi il Logaritmo. Da esso detraggasi il Logaritmo costante, ed il residuo si raddoppi. Tal doppio esprimerà la caduta da trovarsi co' Logaritmi de' numeri naturali.

Per esempio, sia data la velocità di braccia 4. per 1'', essa ridotta a soldi, sarà di soldi 80. il suo Logaritmo = 1. 90309.

Log. costante - - - - - = 0. 41461.

Differenza de' Logaritmi - - - - = 1. 48848.

Il suo doppio sarà - - - - - - = 2. 97696.

la quale corrispondono parti 948, che sono centesime di soldi, cioè soldi di caduta 9. 48. cent.

Procedendo il calcolo con tal facilità, non occorrerà altra Tavola.

AR-

# ARTICOLO VIII.

*Della maniera di dedurre i gradi degli angoli Orizzontali, nelle oscillazioni della Ventola Idraulica.*

*Num.* 107. IO veramente senza quel gran numero di sperienze registrate nel Libro I., non avrei mai pensato, che un Canale artificiale, o un Fiume naturale avesse le sue correnti così variabili, che gli angoli delle loro direzioni tanto variassero in due, o tre minuti di tempo, quanto le stesse osservazioni ce lo palesano. Poichè o si tratti della direzione delle acque sulla lor superficie, o a qualunque loro profondità, essa si vede variare da un tempo all'altro di quattro, e cinque gradi. Dall'altra parte dentro il corto tempo di due, o di tre minuti, il livello dell'acqua era costantissimo. Non nasce tal variazione dall'impressione de' venti, giacchè essa è sempre costante nella sua incostanza, o il vento sia favorevole, o sia contrario, o sia obliquo alla corrente del Fiume. Anzi scegliendo il tempo di perfettissima calma, le oscillazioni dell'indice erano le medesime. Le medesime tanto alla superficie, quanto a qualunque profondità. Ma lasciando stare per ora la ricerca delle cagioni, l'assunto presente esige, che sia fissato il metodo per determinare la media posizione dell'indice, che mostra gli angoli delle direzioni della Ventola.

*Num.* 108. Se in queste sperienze non avesse luogo alcuna resistenza, l'angolo della vera direzione sarebbe intermedio tral mag-

maggiore, e minore di una data oscillazione. E così per esempio, trovandosi la maggiore oscillazione a 35.° e la minore a 30.° l'angolo intermedio di 32½, sarebbe l'angolo ridotto. Ma benchè a prima vista non paja, pure dee dirsi lo stesso quando la somma delle resistenze fosse sensibile. Poichè allora portandosi l'indice sul maggior angolo, il peso aggravato deve salire, e per le resistenze salirà meno, che non sarebbe senza le medesime. E perciò l'indice ancora si avanzerà meno, che non dovrebbe. Al contrario nel tornare addietro della lancetta, dovendo il peso discendere, discenderà meno, che non dovrebbe, e così l'angolo dell'oscillazione minore, sarà maggiore del giusto. Essendo adunque l'angolo maggiore dell'oscillazione minore del giusto, ed al contrario l'angolo minore maggiore del vero, se le due differenze si suppongano uguali, come sono, una differenza va aggiunta all'angolo maggiore, e sottratta al minore. Onde il punto intermedio dell'arco maggiore sarà lo stesso, che lo stesso punto nell'arco minore dell'oscillazione. Sia lo stesso esempio dell'angolo di gradi 35. E suppongasi, che tolte le resistenze esso dovesse salire a 36.° Dunque l'angolo minore essendo ridotto scenderebbe a gradi 29. L'oscillazione sarà adunque di gradi 7, e la metà di 3½, che aggiunti a gradi 29. ci somministra l'arco medesimo intermedio di gradi 32½, come era prima di considerare le resistenze. Avvertasi però, che quì intendo di parlare non già in rigore Geometrico, ma bensì *fisicamente*, e sensibilmente. Poichè se le forze del Fiume facciano una piccola variazione dall'uno all'altro minuto, convien riferire dette variazioni non già agli archi, ma bensì a seni de' medesimi. Or egli è manifesto, che pigliando la differenza de' due

seni

ſeni dell' angolo maggiore, e del minore, ed aggiugnendo la ſemidifferenza al ſeno minore, o ſottraendola dal maggiore, il punto intermedio non corriſponde preciſamente all' arco intermedio. Ma ſi conſideri, che trattandoſi nel caſo noſtro dell' oſcillazione di gradi 5, la quale ſpeſſo è molto minore, il punto del ſeno medio ſenſibilmente corriſponderà al punto dell' arco intermedio. Onde ſenza error ſenſibile potremo ridurre gli angoli oſcillanti, con aſſumere il grado medio delle oſcillazioni. Inutile ſarebbe il promuovere la preciſione più in là del già detto. Giacchè facendo l'eſperienza nelle ſteſſe circoſtanze, una, due, e tre volte, come è ſtato da me praticato, la varietà delle oſcillazioni è molto maggiore, che non potrebbe mai addivenire pigliando gli archi medj, in vece de' ſeni medj degli angoli oſſervati.

*Num.* 109. Per render a tutti ben chiara l'idea di tal riduzione, mettaſi l'oſcillazione di gradi 5. dal $42\frac{1}{2}$ al $47\frac{1}{2}$, ſecondo il preſcritto metodo ſi ſceglierebbono gradi 45.

| | |
|---|---|
| Il ſeno di $42\frac{1}{2}$ ſarà di parti - - - - - - | 67559. |
| Il ſeno di $47\frac{1}{2}$ ſarà di parti - - - - - - | 73727. |
| La loro ſomma ſarà - - - - - - - | 141286. |
| La ſua metà di - - - - - - - - - - | 70643. |

al quale corriſpondono 44.° 57′, che differiſcono di ſoli 3. minuti dal grado medio 45. preſo in rapporto agli archi.

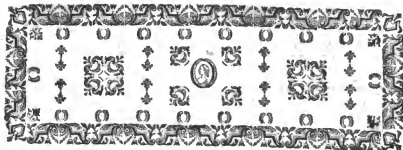
Ora chi avrà conſiderate le ſperienze fatte ſpecialmente ſul Fiume Arno, dove l'oſcillazioni collo ſteſſo peſo, e colla ſteſſa velocità della corrente ſono ſtate preſe due, e tre volte, troverà che le loro differenze giungono a 30′, a 40′, ed ancora più. Onde il divario di ſoli tre minuti, che accada per la ſemidifferenza de' ſeni, è aſſai piccolo riſpetto a quel divario,

che nasce dalla mirabile incostanza della corrente dentro due, o tre minuti di tempo.

Oltre di che, chi mai in somiglianti sperienze potrà ripromettersi nella stessa divisione del quadrante, e nell'osservazione degli angoli, una precisione di tre, ovvero quattro minuti di grado?

Concluderemo adunque, che il metodo di tassare i veri angoli, pigliando il punto intermedio delle oscillazioni, contiene tutta l'esattezza in ordine alle resistenze, e gode di una bastante precisione in ordine alla semidifferenza de' seni, che sarebbe il metodo Geometrico.

Determinate adunque così le principali riduzioni considerate negli otto articoli di questo Libro II., è oramai tempo di passare ai risultati delle mie sperienze.

LI-

# LIBRO III.

*De' risultati, che si deducono dalle presenti Sperienze Idrauliche.*

*Num.* 110. ESsendo state nel Libro I. descritte tutte le Sperienze Idrauliche fatte tanto nel Canal Reale del Lago di Castiglione, quanto sul Fiume Arno, ed essendo state nel Libro II. dimostrate le varie maniere di ridurle, per aprir la strada alle loro conseguenze, in questo Libro altro non resta, che mettere assieme tali conseguenze, o siano i risultati, che indi deduconsi. E perchè nell'introduzione sono stati da me annoverati tali risultati, questi stessi saranno da me dimostrati in tanti Articoli, e sono i seguenti.

# ARTICOLO I.

*Con qual metodo per mezzo della Ventola Idraulica possa determinarsi la velocità dalle acque correnti, e paragone della velocità, così dedotta, con quella immediatamente osservata co' Galleggianti.*

*Num.* III. QUesto è il primo Problema, che convien risolvere, e si risolverà nella seguente maniera.

1. Il peso di qualunque sperienza si diminuisca nella ragione della distanza dal centro de' momenti, e del semidiametro della Rotella, per l'Articolo I. Libro II.

2. Lo stesso peso riducasi per il valore delle resistenze, diminuendo il peso primitivo di cinque sue centesime parti, secondo l'Articolo V.

3. E perchè le sperienze fatte sul Canal Reale del Lago di Castiglione sono a peso senese, riducasi di bel nuovo il peso primitivo, per ridurlo al peso fiorentino, colla diminuzione del 12 : 11.

4. Essendo il peso totalmente ridotto, si trovi l'altezza dell'acqua sulla superficie della Ventola, che uguagli detto peso, secondo l'Articolo VI. dello stesso Libro II.

5. Determinata tale altezza in centesime di soldi, se ne deduca la velocità competente alla caduta libera de' gravi dalla medesima, come nell'Articolo VII.

E questa sarà la velocità dell'acqua corrente, dedotta coll'uso della Ventola Idraulica.

Che

Che se a tal velocità si paragoni quella che è stata immediatamente osservata coll'uso de' Galleggianti, da tal confronto dedurremo l'esattezza del metodo, e la verità del Teorema Idraulico, del quale si tratta.

E perchè il fare ad una ad una quelle riduzioni sarebbe cosa troppo lunga, e tediosa, io ne accorcerò la strada colla composizione delle ragioni.

Poichè parlando delle sperienze fatte nel Lago di Castiglione, i pesi totalmente ridotti saranno in ragion composta di quella, che passa tra la leva media, ed il semidiametro della Rotella.

Di quella, che passa tral peso primitivo, ed il peso ridotto coll'uso delle resistenze.

E finalmente di quella, che corre tral peso senese, e fiorentino. Esprimendo in numeri tali ragioni, e chiamando il peso primitivo $= P$, ed il peso totalmente ridotto $= p$ avremo

$$\frac{14.75 \times 100 \times 12}{2.34 \times 95 \times 11} P = p$$

| | | |
|---|---|---|
| E così sarà Logaritmo di 14. 75. | - - = | 1. 16879. |
| Logaritmo di 100. | - - - = | 2. 00000. |
| Logaritmo di 12. | - - - = | 1. 07198. |
| Somma de' Logaritmi | - - - - = | 4. 24077. |
| per il numeratore | | 3. 38832. |
| | | 0. 85245. |

| | | |
|---|---|---|
| Log. di 2. 34. | - = | 0. 36921. |
| Log. di 95. | - - = | 1. 97772. |
| Log. di 11. | - - = | 1. 04139. |

Somma de' Log. - - = 3. 38832. per il Divisore, e detraendo questo dal primo, avremo il Log. della frazione = 0. 85245.

Se

Se adunque dal Logaritmo di qualunque peſo P detraggaſi tal Logaritmo coſtante, ne riſulterà il valore di $p$, cioè del peſo totalmente ridotto.

Coll'uſo de' Logaritmi troveremo l'altezza del fluido. Poichè ſarà ſecondo l'Articolo VI. del Libro II.

$x = \frac{SA}{Ps} p$. Ed in tal formola P eſprime il peſo di un braccio cubico di acqua comune. Nelle ſperienze del Lago di Caſtiglione ſarà.

L' altezza $x = \frac{400 \times 20}{575 \times 200} p = \frac{8000}{115000} p$

| | | |
|---|---|---|
| Sarà Log. di 115000. | = | 5. 06069. |
| Log. di 8000. | = | 3. 90309. |
| Differenza negativa | | 1. 15760. |
| alla quale aggiunto - - | = | 0. 85245. pur negativo. |

Forma il Log. coſtante 2. 01005., quale ſottraendo dal Log. del peſo primitivo di qualunque data ſperienza, colla giunta di 2. di Caratteriſtica, per ridurle a parti centeſime, ne riſulterà il Logaritmo delle centeſime della caduta. E con tali centeſime conſultando la Tavola dell'Articolo VII., o riſolvendo il Problema, ſi dedurrà la velocità che corriſponde alle ſperienze della Ventola.

Per ottenere le più piccole frazioni della velocità, meglio ſarà di ſciogliere il problema del citato Articolo II. cui ſi pigli la metà del Logaritmo di $x$, cioè della cadura, ſi aggiunga al medeſimo il coſtante Logaritmo 0. 41461. E la ſomma ci darà la velocità in ſoldi, e centeſime.

Ora altro non reſta, ſe non che applicare queſti precetti ai caſi delle ſperienze, per dedurre le velocità della preſente Teo-

Teorìa, e paragonarle con quelle, che sono state immediatamente osservate alla superficie delle acque correnti coll'uso de' Galleggianti.

## C a s o I.

### *Delle Sperienze fatte al Lago di Castiglione.*

*Num.* 112. Nell' Articolo II. del Libro I. vien registrata la terza classe delle esperienze fatte in quella giornata al N.° 8. nel quale la somma de' pesi primitivi aggravati alla Ventola per farla colpire perpendicolarmente dalla corrente dell'acqua, fu di libbre - - - - - - - - - - - - - - - - - 30.

Sarà adunque il Logaritmo di libbre 30. = 1. 47712.
e colla giunta di 2. alla Caratt. sarà - - = 3. 47712.
Log. costante primitivo - - - - - - = 2. 01005.

che detratto, lascerà il Log. di $x$ - - - - = 1. 46707.

cioè 293. millesime di soldo.
Sarà la sua metà - - - - - - - - = 0. 73353.
che aggiunta al Logaritmo costante - - - - = 0. 41461.

Forma il Log. della velocità - - - - - = 1. 14814.
a cui competono soldi 14. 07. centesime, che sarà la velocità dedotta colla Ventola Idraulica, e sua Teorìa.

### *Velocità dedotta col Galleggiante.*

*Num.* 113. Nella prima classe d'esperienze della stessa giornata, per una misura media si fissa la velocità del Galleggiante

te

te di minuti 3'. 6''. per trascorrere il suo viaggio di braccia 128, che ridotti a soldi, fanno soldi 2560, e questi divisi per 186''. ci presentano la velocità di soldi 13. 77. prossimamente.

Vi è però l'Esp. III., nella quale una canna trascorse lo stesso spazio in 3'. 0'', ed un altro Galleggiante in 3'. 1'', assumendo il tempo di questo secondo, sarebbe la velocità osservata con detto Galleggiante di soldi 14. 14. cent. Sicchè il divario tra la velocità dedotta colla Teorìa, e Sperienze della Ventola nel primo caso, sarebbe di 30. centesime di soldo per difetto.

E nel secondo Galleggiante, di 7. centesime per eccesso.

Ecco, che già questa Serie d'esperienze ci palesa tra la Teorìa della Ventola, e le misure de' Galleggianti un tale accordo di velocità, che io non avrei saputo immaginare prima di chiarirmi con tal paragone.

Nella quarta Serie d'esperienze della stessa giornata, aggravati i pesi per far colpire la Ventola con direzione perpendicolare del fluido, essi furono di libbre 25. once 8. Ma avvertasi alla fine di tali sperienze, che la corrente era ritardata dal vento, e così essendo essa diminuita di velocità, vi volevano nuove sperienze de' Galleggianti, che non si ebbe tempo di eseguire. Onde questa classe non ci giova per il paragone delle velocità, ma servirà per i pesi corrispondenti a diversi angoli di obliquità, come si dirà.

Oltrepassando alla giornata seconda del dì 21. Maggio, la prima serie di sperienze ci presenta il peso totale di libbre 19. e la seconda il detto peso di libbre 17. once 8. Ma perchè la

velo-

velocità del Galleggiante fu fissata subito dopo tal serie, essa non ben corrisponde alla prima, e così faremo uso soltanto della seconda serie.

## C A S O II.

*Colla seconda Serie d'Esperienze alla seconda giornata.*

*Num.* 114. Essendo il peso totale libbre 17. 8. once, cioè 17. 66. cent.

| | | |
|---|---|---|
| Sarà il Log. di detto peso - | = | 1. 24699. |
| E colla solita addizione | = | 3. 24699. |
| Log. costante sottrattivo - | = | 2. 01005. |
| Residuo per $x$ - | = | 1. 23694. cioè 0. 172. mill. |
| Sua metà - - - - - | = | 0. 61847. |
| Log. costante additivo - - | = | 0. 41461. |
| Logaritmo della velocità - | = | 1. 03308. |

a cui corrispondono soldi 10. 79. centesime, per la velocità dedotta colla Teorìa della Ventola Idraulica.

*Velocità dedotta col Galleggiante.*

*Num.* 115. Abbiamo nella terza Serie dell'Esperienze dello stesso giorno, che il Galleggiante all'Esp. II. passò la linea solita di braccia 128. in 4'. 1''. di tempo. E perciò la sua velocità sarà di soldi 10. 62. centesime, che è mancante della prima di sole parti 17. centesime.

S Nell'

Nell' Esperienza IV. si fa il viaggio di sole braccia 64, ed il tempo di 2', 2''. Onde la velocità sarebbe di soldi 10. 50. centesime, e così la mancanza sarebbe di 29. centesime di soldo.

Onde ancora in questo secondo caso le due velocità si accordano insieme con tenue differenza, che meno non può aspettarsi in una sì gelosa ricerca, che dipende da tante misure, e da tante riduzioni.

Essendo state fatte le susseguenti sperienze per altri oggetti, nella terza Serie della terza giornata, cioè il dì 22. Maggio 1778. fu fatto ritorno alla misura degli angoli di obliquità, e pesi corrispondenti. Onde otterremo in tal Serie una terza riprova.

## C a s o III.

*Sulla terza Serie delle Sperienze nella giornata terza del dì 22. Maggio.*

*Num.* 116. Fu la somma de' pesi di libbre 13. once 6, cioè 13. 50. cent.

Il cui Logaritmo - - - - = 3. 13033.
colla giunta della Caretteristica, Logaritmo cost. sottrattivo - - - = 0. 01005.

Residuo per la $x$ - - = 1. 12028. cioè 0.132. mill.
Sua metà - - - - - = 0. 56014. di soldo
Log. costante additivo - - = . 41461.

Logaritmo della velocità - = 0. 97475., a cui corrispondono soldi 9. 42. cent. di velocità dedotta colla Ventola.

*Velo-*

*Velocità osservata col Galleggiante.*

*Num.* 117. Alla terza Serie delle Sperienze della stessa giornata vi è l'Esp III., in cui il tempo del passaggio del Galleggiante fu di 4'. 20'', cioè 260'' per la solita lunghezza di braccia 128, che forma la velocità di soldi 9. 84. cent., la quale è eccessiva di o. 42. centes.

Ma la velocità media assunta dopo tal Serie, come la vera, fu di 4'. 24'', cioè 264'', secondo la quale la velocità era di soldi 9. 59. cent., che eccede la prima di o. 17. cent., tenue differenza in sì delicate ricerche.

## C A S O IV.

*Num.* 118. Assumerò questo caso quarto dalla quarta Serie dello stesso giorno, secondo cui il peso relativo alla spinta perpendicolare, fu di libbre 14. 3, cioè 14 25. centesime.

Sarà il suo Logaritmo - - = 3. 15381.
Log. sottrattivo - - - - - = 2. 01005.

Log. per la $x$ - - - - - = 1. 14376, cioè o. 139. mill. di soldo
Sua metà - - - - - = o. 57188.
Log. additivo - - - - - = o. 41461.

Log. della velocità - - - - = o. 98649.
a cui si devano soldi 9. 69. centesime.

### *Velocità del Galleggiante*.

*Num.* 119. Trovasi sulla fine di questa Serie una sola velocità del Galleggiante, che fu di 4'. 21'', cioè 261''. consumati nello scorrere lo stesso spazio di braccia 128. Onde la velocità sarà di soldi 9. 80. cent., il cui eccesso sopra la prima è di 0. 21. centesima, che è pure assai tollerabile.

In tutte le sperienze fatte al Lago di Castiglione non ve ne è altra da potersi paragonare colla velocità del Galleggiante. Mi sembra però, che le quattro apportate servano per comprovare la Teorìa della Ventola col fatto della natura, che ci si svela coll'uso de' Galleggianti.

*Num.* 120. E siccome la Teorìa della Ventola è fondata sopra il Teorema, che la velocità di un fluido corrente è uguale a quella, che corrisponde all'altezza del fluido sopra la superficie della Ventola, così dal successo delle esperienze vien confermata la verità del Teorema.

*Num.* 121. A questo primo Teorema potremo aggiungere il secondo sulla resistenza degli ostacoli opposti alla corrente, secondo la perpendicolare della medesima, cioè, che il valore della loro resistenza sia uguale al peso del fluido, che percuote, che avesse per base la superficie dello stesso ostacolo, e per altezza quella medesima che corrisponde alla caduta libera de' gravi, per generare la velocità, colla quale corre lo stesso fluido.

*Num.* 122. Ed a questo secondo Teorema potremo aggiungere il terzo, che essendo le altezze nominate $x$, in ragion semplice diretta de' pesi ridotti, ed essendo questi nella medesima ragione de' pesi primitivi non ridotti, ed essendo dall' al-

tra

tra parte tali altezze in ragion duplicata delle velocità, ne verrà in conseguenza, che i pesi primitivi saranno in ragion duplicata delle velocità; ovvero le velocità in ragion sudduplicata de' pesi primitivi. Gioverà molto tal Teorema per la pratica, ma esso suppone, che la superficie sia la medesima, o nell'ostacolo, o nella Ventola. Se poi debba variare l'una, e l'altra, allora le velocità saranno in ragion composta della sudduplicata della superficie, e sudduplicata pure de' pesi primitivi.

*Soluzione dello stesso Problema colla prima Ventola adoperata sul Fiume Arno.*

*Num.* 123. Nelle prime sperienze fatte sul Fiume Arno con un nuovo, e maggior Castello delle dimensioni già descritte nel Libro I. N.° 26. fu adoperata una Ventola rettangola, la cui lunghezza era di soldi 25., e la larghezza di $12\frac{1}{2}$. La sua distanza, parlando del suo centro dall' asse dell'Albero, era di soldi 19. 20. cent.

Il semidiametro della Rotella era di soldi 3. 45. cent. per esser la circonferenza di braccio 1. 1. 8. come al N.° 26.

Le sue resistenze si calcolano maggiori delle prime per il peso dell' Albero, e sua maggior superficie urtata dalla corrente, e potrà farsi di 16. parti centesime. Onde non occorrendo la riduzione de' pesi, perchè essi si facevano a Stadera fiorentina, la riduzione sarà.

$$\frac{3.45 \times 84}{19.20 \times 100} P = p$$

La seconda formola per ottenere l'altezza $x$ avrà lo stesso numeratore A S = 8200.

Il

Il peso del braccio cubico d' acqua nel divisore sarà il medesimo di libbre 545, e solo differirà la superficie della Ventola nominata 5, la qual sarà di soldi quadrati 312. 5. Onde abbiamo per questo Castello la frazione $\frac{8000}{575 \times 312.5}$

Il Logaritmo sottrattivo di tali due frazioni sarà = 2. 17489.

Esso essendo detratto dal peso primitivo P colla giunta della caratteristica 2. per ridurre a parti centesime, ci palesa l' altezza, e da essa deducesi la velocità, come è stato praticato ne' primi casi delle sperienze del Lago di Castiglione.

## PRIMO CASO.

*Num.* 124. Dedurrò il primo caso dalla prima Serie delle sperienze fatte sul Fiume Arno la prima giornata del dì 19. Gennajo del corrente anno 1779. secondo la quale il peso aggravato al Castello per condurre la Ventola al perpendicolo del filo delle acque, fu di libbre 152, come potrà vedersi al Libro I. N.° 27. Sarà il suo Logaritmo colla solita giunta della caratteristica - - - - - - - - - - - = 4. 18184.

Log. sottrattivo accennato - - - - - = 2. 17489.

Residuo per il valore di $x$ - - - - = 2. 00695.

Onde la caduta $x$ sarà di soldo 1. 06. centes.

Metà del detto Logaritmo - - - - = 1. 00347.

Logaritmo additivo - - - - - - = 0. 41461.

Logaritmo della velocità - - - - - - = 1. 41808.

a cui competono soldi 26. 16, che è la velocità dedotta.

La

La velocità del Galleggiante fu dedotta con quattro esperienze, la prima delle quali è notata come dubbiosa.

Le tre migliori sono la prima di - - - - 68″
La seconda di - - - - - 70″
La terza di - - - - - - 66″

Sarebbe la media di - - - - - 68″,

ma conviene dire, che la intermedia fosse più giusta, come si avverte nel Diario, in cui si sceglie la media di 70″. Onde essendo il viaggio di braccia 90, cioè soldi 1800, avremo la velocità del Galleggiante di soldi - - - - 25. 72. cent.
Era per la Teorìa di - - - - - - 26. 16.

Onde sarà la differenza di - - - - - - - - - 0. 44. cent.

## SECONDO CASO.

*Num.* 125. Desumerò il secondo caso dalla terza Serie di esperienze della seconda giornata del dì 20. Gennajo, come al Lib. I. N.° 31. ed in essa il peso è stato di libbre 126.

Il cui Logaritmo trovasi - - - - - - = 4. 10037.
Logaritmo sottrattivo - - - - = 2. 17489.

Residuo per l'altezza $x$ - - - = 1. 92548.
a cui devesi l'altezza di soldi 0. 842.
Metà del Logaritmo - - - - = 0. 96274.
Logaritmo costante additivo - = 0. 41461.

Logaritmo della velocità - - - - - - = 1. 37735.
a cui devesi soldi 23. 84. cent.

La

La misura della velocità fu presa con due Galleggianti, che concordemente fissarono il tempo di 76″. Onde per lo stesso viaggio di braccia 90. ci presentano la velocità superficiale di soldi - - - - - - - - - - - - - 23. 69.

Il divario dalla prima sarà di - - - - 0. 15. cent.

## Terzo Caso.

*Num.* 126. Il terzo caso è stato dedotto dalla quinta Serie di queste sperienze al N.° 35, nel quale trovasi il peso di libbre 120. suo Log. colla giunta - - - - - = 4. 07918.

Log. sottrattivo - - - - - = 2. 17489.

Log. dell'altezza $x$ - - - - - - - = 1. 90429.

a cui debbonsi soldi 0. 802.

Metà del Logaritmo - - - - = 0. 95214.

Log. costante additivo - - - - - - - = 0. 41461.

Log. della velocità - - - - - - - = 1. 36675,

a cui si debbono soldi 23 27. cent.

Nelle tre susseguenti esperienze per i Galleggianti viene avvertito, che la media sia più prossima al giusto, e questa è di 1. 20″, cioè di 80″. Onde la velocità del Galleggiante fu di soldi - - - - - - - - - - - - - 22. 50. cent.

La qual paragonata a - - - - - - 23. 27.

ci palesa il divario di - - - - - - - - - 0. 77. cent.

Avvertasi, che nella detta quinta Serie si aggiungono altre sperienze secondarie, fatte all'oggetto di riconoscere l'altro Teorema de' seni proporzionali alle forze aggravate, le quali danno

danno di libbre 120. Ma la Serie principale deve ſcegliersi, per eſſere ſtata fatta all'oggetto delle velocità.

## QUARTO CASO.

*Num.* 127. Dalla nona Serie di queſte ſperienze al N.° 41. potremo dedurre queſt'ultimo caſo. Secondo eſſa le libbre furono 117.

| | | |
|---|---|---|
| Il cui Logaritmo - - - - - - - - | = | 4. 06818. |
| Log. ſottrattivo - - - - - - - | = | 2. 17489. |
| Log. dell'altezza - - - - - - - - | = | 1. 89429. |

a cui corriſpondono 78. centeſime di altezza

| | | |
|---|---|---|
| Metà del Log. - - - - - - - | = | 0. 94714. |
| Log. coſtante additivo - - - - - | = | 0. 41461. |
| Log. della velocità - - - - - - - - - | = | 1. 36175, |

a cui ſi devono per la velocità ſoldi 23. 00.

Una ſola ſperienza fu fatta per la velocità del Galleggiante, giacchè diceſi, che la velocità ſi accoſtava a 82″. Il che moſtra, che era alquanto minore. Ma mettaſi di 82″, e ſarà la velocità oſſervata col Galleggiante di ſoldi 21. 95. che differiſce dalla prima di ſoldo 1. 05. centeſime. Queſta è la maggior differenza, che ſiaſi rinvenuta in otto ſperimenti già eſaminati, cioè quattro ſul Lago di Caſtiglione, ed altrettanti ſul Fiume Arno. Ma dall'eſpreſſione, che il tempo accoſtavaſi ad 82″, dobbiamo arguire, che eſſo era minore di 1. o di 2″. In queſta ſeconda Ipoteſi, la velocità ſarebbe di ſoldi 22. 50. cent. che dalla prima differiſce di - - - - - - - - 0. 50. cent.

Dalla confiderazione di quefti quattro cafi nelle fperienze della prima Ventola adoperata ful Fiume Arno, ciafcuno comprenderà, che quefto metodo è molto efatto, che i Teoremi fu quali effo è appoggiato, non poffono avere la minima eccezzione.

*Soluzione dello fteffo Problema, colla feconda Ventola adoperata in altro punto del Fiume Arno.*

*Num.* 128. Benchè quefte ultime efperienze fatte ful Fiume Arno in una fua maggior Sezione, ed in confeguenza velocità minore, fiano ftate pofte in opera per la ricerca della fcala delle velocità a diverfi ftrati del Fiume, pure una Serie di efperienze, che è la feconda fatta il dì 26. dì Gennajo, concorda beniffimo colle altre.

Per effa la prima frazione farà $\frac{3.45 \times 84}{20 \times 100}$, e la feconda farà $\frac{8000}{575 \times 200}$. Per tali due frazioni, il Logaritmo fottrattivo farà - - - - - - - - - - - - - = 1. 99661.

Il pefo fu di libbre 10 $\frac{1}{2}$ come al N.°

Il fuo Log. farà - - - - - - - - - = 3. 02118.

Log. fottrattivo - - - - - - - = 1. 99661.

Log. dell'altezza $x$ - - - - - - - - - = 1. 02457.

a cui competono per la caduta 0. 105.

Metà del Log. - - - - - - - = 0. 51228.

Log. coftante additivo - - - - - - - = 0. 41461.

Log. della velocità - - - - - - - - - = 0. 92689.

a cui competono foldi di detta velocità 8. 45. cent.

Il

Il tempo medio di quattro Galleggianti sarà di 3'. 57'', ed il viaggio era di braccia 100. ovvero soldi 2000, che divisi per 237'', ci palesano la velocità del Galleggiante di 8. 03.

Era di soldi - - - - - - - - - - - - - - 8. 45.

Onde il divario tra la Teorìa della ventola, e l'osservazione del Galleggiante, sarà di 42. cent. di soldo.

Quantunque paja nojosa la maniera, nella quale ho descritte le superiori sperienze, registrando i Logaritmi sottrattivi, ed additivi, e tessendo tutta la Serie de' calcoli, pure io l'ho creduta assai utile, per metter qualunque professore d'Idraulica a portata di poter subito giudicare dell'esattezza de' conteggj, senza perder tempo a ritesser tutti i computi.

*Num.* 129. E per meglio sodisfare al medesimo, riporterò in una Tavoletta il risultato di tutti i casi, che son nove, e per il caso ottavo, cioè il quarto sul Fiume Arno, assumerò il tempo di 82''. benchè esso sia alquanto minore.

*Tavola de' risultati delle nove Serie d' esperienze fatte colla Ventola Idraulica, parte sul Lago di Castiglioni, e parte sul Fiume Arno.*

| Numero de' casi | Altezza della caduta | | Velocità co' pesi della Ventola | | Velocità co' Galleggianti | | Differenze | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Soldi | Mill. | Soldi | Cent. | Soldi | Cent. | Soldi | Cent. |
| I. | o. | 292. | 14. | 07. | 14. | 14. | + o. | 07 |
| II. | o. | 172 | 10. | 79. | 10. | 30. | — o. | 29. |
| III. | o. | 132. | 9. | 42. | 9. | 84. | + o. | 42. |
| IV. | o. | 139. | 9. | 69. | 9. | 80. | + o. | 21. |
| V. | 1. | 060. | 26. | 16. | 25. | 72. | — o. | 44 |
| VI. | o. | 842. | 23. | 84. | 23. | 69. | — o. | 15. |
| VII. | o. | 802. | 23. | 27. | 22. | 50. | — o. | 77. |
| VIII. | o. | 780. | 23. | 00. | 21. | 95. | — 1. | 05. |
| IX. | o. | 105. | 8. | 45. | 8. | 03. | — o. | 42. |

I segni delle differenze parte son positivi, e parte negativi, per indicare quali velocità de' Galleggianti sono eccessivi, e quali difettosi rispetto alle velocità corrispondenti, dedotte coll' uso della Ventola Idraulica. La semplice ispezione di questa Tavola ci richiama a più considerazioni.

*Num.* 130. La prima, che considerando i nove risultati, il divario medio, non giunge ad un mezzo soldo, che rispetto a soldi circa 24, che competono nella massima velocità osservata, sono una parte 48.ma di divario, che è molto tenue in tanta difficoltà di misure.

La seconda, che le differenze, che si rinvengono nelle sperienze fatte sul Lago di Castiglioni sono parte positive, e parte

parte negative, quando tutte quelle, che si riportano alle sperienze sul Fiume Arno sono negative.

Le ragioni esser potrebbono, primieramente, perchè essendo assai grande il Castello formato per il Fiume Arno per resistere alle sue forze tanto maggiori, esso poteva cagionare una velocità maggiore accanto alla Ventola. Di tal velocità aumentata non poteva risentirne alcun effetto il Galleggiante, che scorreva da' punti superiori a' punti inferiori del tronco del Fiume. E quando ancora tal Galleggiante passava rasente il Castello, pure subito lo abbandonava, e ripigliava la prima uniforme velocità.

In secondo luogo, perchè essendo più larga la Ventola delle prime quattro sperienze sul Fiume Arno, essa partecipava più delle inferiori velocità, che ad una piccola profondità dalla superficie pajono un poco maggiori, che nella superficie medesima, ed al contrario essendo piccolissimi i Galleggianti, essi più che la Ventola ci additavano la vera velocità della superficie corrente.

Potrebbe ancora esser intervenuto, che le resistenze da me adoperate per le sperienze del Fiume Arno, che sono di 16. centesime del peso, siano alquanto scarse, e facendole alquanto maggiori, le differenze negative diminuirebbono alquanto.

La figura del Castello quadrangolare così creduta più propria per il Fiume Arno, in vece del triangolare adoperato nel Canal di Castiglione, può contribuire ad accelerare il fluido vicino, che va a percuotere sulla Ventola. Qualunque però ne sia la cagione, certo è che le differenze negative sono assai picco-

piccole, e perciò qualunque ne ſia la loro cagione, eſſa non turba notabilmente i noſtri uniformi riſultati.

*Num.* 131. Reſterà adunque ſtabilito da tante, e così concordi ſperienze, che la vera miſura della forza del fluido, che urta normalmente una data ſuperficie, ſia equivalente al peſo dello ſteſſo fluido, che abbia per baſe la data ſuperficie, e per altezza quella ſteſſa, da cui cadendo un grave genera la velocità, colla quale è urtata la ſuperficie. E nel caſo di equilibrio, eſſendo uguale la forza del fluido alla reſiſtenza del ſolido, la miſura di eſſa reſiſtenza ſarà la medeſima.

Un tal riſultato ſarebbe contrario al rinomatiſſimo Sig. Newton, intendendola nel ſenſo medeſimo, in cui l'hanno interpetrata i più gravi Scrittori dell'Idraulica. Egli adunque parlando della forza del fluido ſopra una data ſuperficie, conſidera il detto fluido in due Ipoteſi. Nella prima ſuppone tal fluido compoſto di particelle elaſtiche dotate di una forza centrifuga, o ſia repulſiva, ed in tale ipoteſi ritrova, che la forza del detto fluido equivalga al peſo di una colonna aquea, che aveſſe per baſe la ſteſſa ſuperficie, e per altezza il doppio di quella, che dal fondo del vaſo giugne alla ſuperficie dell'acqua ſtagnante. Nella ſeconda Ipoteſi da lui introdotta nella ſeconda edizione al Libro II. Propoſizione XXXVII. edizione del 1723. de'ſuoi Principj, egli conſidera un fluido non elaſtico, che ſia compreſſo da tutte le parti, le cui particelle ſiano continuate. Ed in tale Ipoteſi la forza del fluido, o reſpettiva reſiſtenza del ſolido ſi fa equivalere al peſo di una colonna aquea, la cui baſe ſia uguale alla data ſuperficie percoſſa, e la cui altezza ſia la metà della colonna del fluido ſtagnante. In tal ſenſo intendono le propoſizioni Newtoniane

i più

i più chiari Scrittori del nostro secolo (*a*). Considerando però attentamente di qual forza, e di qual resistenza ragioni il Sig. Newton, non sarà difficile a rilevare, che egli non parla di quell'impulso momentaneo, che risente una data superficie dalla caduta del fluido, come neppure della resistenza, che l'ostacolo risente ogni momento dalle sue percosse, ma intende di dimostrare le forze, che impiega il fluido dentro un tempo finito, uguale a quello della caduta dalla sua superficie sino al fondo del vaso. Poichè egli alla Prop. XXXVII. dopo aver formata la sua cateratta, e considerate le velocità del fluido, che esce in un Canale inserito nel suo fondo, e che vada a percuotere un cerchietto collocato in mezzo al Canale, soggiugne quanto segue.

*Resistentia vero ejus evadit aequalis ponderi cilindri, cujus basis est circellus ille, & altitudo dimidium est altitudinis* IG, *a qua cilindrus cadere debet, ut velocitatem circelli ascendentis acquirat, & hac velocitate cilindrus tempore cadendi quadruplum longitudinis suae describet.*

Parlando poi espressamente della resistenza del cilindro, più chiaramente asserisce di qual forza egli intenda, soggiugnendo.

*Resistentia autem cilindri hac velocitate progredientis .... aequalis est vi, qua motus ejus, interea dum quadruplum suae longitudinis describit, generari potest quam proxime.*

Or considerando il presente testo Newtoniano, ed altri delle proposizioni antecedenti, viene a concludersi, che la forza, e la respettiva resistenza, della quale il Newton ragiona non

(*a*) Tra quali il Chiarissimo Sig. D'Alembert nel suo Libro stampato l'anno 1752. intitolato. Essai d'une Nouvelle Théorie de la resistance des fluides.

non è quella forza, che fa l'acqua corrente in ogni momento delle sue percosse, per superare un ostacolo, che le si oppone, ma sibbene quella forza, e resistenza colla quale il suo moto può prossimamente generarsi. *Interea dum quadruplum suae longitudinis describit*. E siccome il cilindro si fa uguale alla metà dell'altezza del fluido, così quel quadruplo è uguale ad un cilindro di altezza doppia di quella, che avrebbe l'altezza del fluido.

Meglio si comprenderà tal verità, combinando insieme quanto dicesi nel Coroll. I., e II. della Prop. XXVI. Poichè nel primo egli dice, che *la velocità* dell'acqua, che scorre per un foro è uguale alla velocità, che può acquistar l'acqua nel cadere, e nel descriver cadendo *l'altezza* KC. E tale altezza è appunto quella del fluido. Poi soggiugne nel Coroll. II.

*Et vis qua totus aquae exilientis motus generari potest aequalis est ponderi cilindricae columne aqueae, cujus basis est foramen* EF, *&* *altitudo* 2. GI (cioè la doppia altezza del fluido.) Egli ne apporta la ragione, ed è la seguente.

*Nam aqua exiliens quo tempore hanc columnam aequat pondere suo ab altitudine* GI, *cadendo velocitatem suam qua exilit acquirere potest*.

Parla egli adunque della forza, che impiega il fluido continuato compresso, e non elastico per quel tempo in cui cade dalla superficie fino al fondo del vaso, e siccome in tal tempo la colonna aquea esce dal fondo con velocità costante, e tal velocità è quella della caduta, così ne viene in conseguenza, che in tal caso vale il solito Teorema meccanico, che la velocità, che acquista il grave liberamente cadente è tale, che facendolo camminare per un tempo uguale alla caduta, con

tal

tal costante velocità trascorrerà uno spazio doppio della caduta. Così la colonna aquea sarà doppia di quella, che uguaglierebbe la linea della caduta, quando coll'ultima velocità, e nel tempo della caduta percorresse uno spazio libero, e senza alcuna resistenza.

Parrebbe adunque, che la forza di cui parla questo celebre Autore sia quella, per la quale si genera una quantità di moto nel tempo della caduta per l'altezza del fluido, e non già quell'impulso istantaneo, col quale l'acqua, che percuote, tende a superare un ostacolo. Sopra di questo si aggirano le sperienze del Mariotte, e del 'sGravesande, e sopra il medesimo sono state eseguite le mie.

Gli altri Autori, che dopo il Sig. Newton anno esaminato colla Teorìa il Teorema in questione, per lo più anno concluso, che la resistenza di un solido equivalga all'altezza di un cilindro aqueo, dalla quale cadendo il grave, generi la velocità, colla quale lo stesso fluido urta perpendicolarmente l'ostacolo. Il Chiarissimo Sig. D'Alembert ha dimostrato lo stesso Teorema nell'eccellente suo Trattato poco fa citato, dove (*a*) egli fa la pressione di una vena del fluido, che esce da un vaso, e che percuote un piano prossimamente uguale ad una colonna di fluido, uguale al prodotto della base nella doppia altezza della colonna dell'acqua stagnante, ma quando la superficie del solido, o del piano resta sommersa intieramente nel fluido, allora la sua pressione è uguale al peso della colonna fluida, la cui altezza uguaglia quella dell'acqua stagnante, come precisamente è stato ritrovato colle mie sperienze.



(*a*) Alla pag. 86.

Lo ſteſſo Teorema ſi trova comprovato in diverſe maniere dal Chiariſſimo Leonardo Eulero, ma con eleganza, e chiarezza maggiore vien comprovato nella ſua Teorìa ſulla coſtruzione, e maneggio de' Baſtimenti, nella Parte II. Capit. I. dal §. 1. ſino a tutto il §. 4, dove potrà leggerſi il ſuo raziocinio. E benchè a dir vero queſta non poſſa dirſi una rigoroſa dimoſtrazione, con tutto ciò eſſa ci dà una fiſica certezza di tal Teorema.

Per togliere qualunque oſcurità, che poſſa obiettarſi alla Teorìa, ſi ſono applicati alcuni Autori di materie Idrauliche a comprovarla con più ſperienze, le quali però mi pajono ſoggette a maggiori difficoltà, che non poſſono opporſi alla Teorìa. Per tacere degli altri, mi gioverà di apportare le ſperienze di due Fiſici più ſegnalati, il primo de' quali ſarà il Sig. Mariotte, ed il ſecondo il Sig. 's Graveſande.

Il primo con una ſpecie di pala di figura quadrata, che aveva il lato di pollici 6, ſoſpendendola con un Aſſe orizzontale, e adattandovi un bracciuolo collocato ad angolo retto, e con una lunghezza uguale alla diſtanza del centro di gravità dall'Aſſe orizzontale, fece le due ſeguenti ſperienze.

Nella prima egli ſcelſe un ramo della Senna, dove la corrente era rapida, ed in eſſa con Galleggianti trovò, che la velocità era di piedi $3\frac{1}{4}$ per ſecondo. Il peſo, che ſi equilibrava colla preſſione del fluido (*a*) fu di libbre $3\frac{5}{8}$, peſo parigino. Facendo il calcolo coll' Elemento della velocità, e della ſuperficie della paletta, trova il Mariotte, che ſarebbe il peſo di libbre $3\frac{3}{4}$. Benchè rifacendo il calcolo vi ſia qualche divario,

(*a*) Œuvres di M. Mariotte. Edizion dell'Aja 1740. Tom. II. pag. 402. 403.

rio, pure tenendosi ancora al computo del Mariotte, si troverebbe in libbre $3\frac{1}{4}$ dell'esperienza un divario di mezza libbra, che porta $\frac{2}{13}$ di errore, che non può dirsi piccolo.

Nella seconda esperienza fatta vicino alla ripa del Fiume, egli trovò la velocità di piede $1\frac{1}{4}$, col mezzo de' Galleggianti, e poi sospendendo il peso al sopraddetto bracciuolo, ritrovò che lo stesso quadrato di pollici 6. faceva equilibrio colla pressione dell'acqua col peso di once 9. Tessendo il calcolo al solito, la velocità corrispondente a tal peso non sarebbe di piede $1\frac{1}{4}$, ma bensì di piede 1. pollici 5. con una piccola frazione. Onde la differenza tra la Teorìa, e l'esperienza sarebbe di pollici 2, e un poco più, che tornerebbe quasi di una settima parte, rispetto alla velocità dell'esperienza.

Volendo però calcolare il peso, che deducesi dalla Teorìa per paragonarlo con quello delle due sperienze, si osservi, che nell'Esperienza I. alla sua velocità di pollici 39. corrisponde una libera caduta di gravi di linee 25. Inoltre, secondo l'esperienze del medesimo Mariotte, un cubo di fluido aqueo, il cui lato sia di pollici 6, pesa once 132. misura di Parigi. Essendo dunque l'area della pala uguale ad un quadrato di pollici 6. di lato, per avere il peso, che si cerca, facciasi come le linee 72. uguali a 6. pollici, alle linee 25, così le once 32. al quarto termine, questo tornerà di once 45. 83. centesime, ma il peso dell'esperienza era di libbre $3\frac{1}{4}$, cioè di once 52, per esser la libbra parigina di once 16, indi è che il divario tral colcolo e l'esperienza immediata sia di once 6. 17. centesime, che rispetto alle once 45. 83. cent. non è quantità disprezzabile, ma molto sensibile.

Applicando lo ſteſſo computo all' Eſp. II., dovremo prima rilevare, che alla ſua velocità di piede $1\frac{1}{4}$, corriſponde aſſai proſſimamente la libera caduta de' gravi di linee 4. Onde formando l'analogia, come linee 72. a lin. 4, così le once 132. al quarto termine, eſſo ci tornerà di once 7. 33. centeſime. Onde il peſo dell'eſperienza ſupera quello della Teorìa di once $1\frac{2}{3}$, e così ſtarà il peſo della Teorìa al divario, che corre tra eſſa e l'eſperienza, come il numero 22. al 5, cioè quaſi di mezzo tra $\frac{1}{4}$, ed $\frac{1}{5}$. Un tal divario è molto ſenſibile, e perciò da queſta eſperienza, e dalla prima non potremo pigliare una regola ſicura, e preciſa per il Teorema in queſtione, e la differenza di $\frac{1}{5}$ non è indifferente, riſpetto alle grandi reſiſtenze, che riſentono i ſolidi oppoſti alle acque correnti. In fatti, ſe riporteremo tal divario a qualcheduna delle mie ſperienze, vi troveremo un eccesſo di molte, e molte libbre. Così nelle ſperienze fatte ſul Fiume Arno ſopra una ſuperficie rettangola di 25. ſoldi di lunghezza, e di ſoldi $12\frac{1}{2}$ di altezza, vi ſi troverebbe un divario maggiore di libbre 30, giacchè eſſendoſi oſſervato il peſo non ridotto di libbre 152, ſe ad eſſo vi ſi aggiungeſſero libbre 30, cioè $\frac{1}{5}$ del ſuo valore, allora doveva ricreſcere tal peſo ſino a libbre $182\frac{2}{5}$. Concluderò adunque, che eſſendo due ſole queſte ſperienze del Mariotte, e diſcordando eſſe dal Teorema preſente l'una un poco meno di $\frac{1}{7}$, e l'altra un poco più di $\frac{1}{5}$, eſſe non potranno mai darci quella preciſione, e ſicurezza, che ſi deſidera in così importante materia.

Il Sig. 's Graveſande aſſai più ſottilmente, che qualunque altro Fiſico ſperimentatore, compoſe una Macchina Idraulica deſcritta da lui con ogni preciſione al N.° 1897. del ſuo corſo

so degli Elementi Matematici della Fisica (*a*), che troppo lungo sarebbe il descriverla. In essa col peso di una bilancia immediatamente attaccata al solido sommerso nell'acqua con un crin di cavallo, egli ha esplorate le resistenze de' cilindri, de' Globi, e de' Coni dello stesso diametro coll'uso dello stesso peso, e poi col calcolo egli ha paragonate le resistenze delle sperienze colle calcolate. Suppone egli in tal calcolo il Teorema presente, il quale vien comprovato dalle sperienze.

Per darne un idea, serve trascrivere la sua Tavola di sette sperienze fatte con sette diverse velocità, che nella sua macchina si facevano crescere secondo la Serie de' numeri naturali 1, 2. 3. ec.

| *Sperienze* | *Resistenze calcolate* | *Resistenze delle Sper.* |
|---|---|---|
| 1 | 39 | 39 |
| 2 | 158 | 156 |
| 3 | 356 | 351 |
| 4 | 632 | 624 |
| 5 | 988 | 975 |
| 6 | 1423 | 1404 |
| 7 | 1937 | 1911 |

Per l'intelligenza della qual Tavola convien sapere, che i pesi delle resistenze sono espressi in centesime di grani. Così all'Esp. VI. sono grani 14. 23. cent. ec. Ora chi paragona la seconda colla terza colonna di questa Tavola inserita al N.° 1945, vi

(*a*) Esperience del Sig. 's Gravesande ne' suoi Elementi Matematici della Fisica Lib. III. Cap. XV. dal N°. 1895. fino al N°. 1948.

vi troverà un tale accordo, che nell'Esperienza VI. vi corre 19. centesime di grano, e nella VII. 26. cent. Onde essendo distesо il suo calcolo col Teorema presente, che le distanze siano uguali al peso del fluido, che insista sulla stessa base, ed abbia quell' altezza, che generi la velocità osservata, parrebbe che potessero tali sperienze servire alla conferma del Teorema.

Pur non dimeno, senza derogare al gran merito di questo Filosofo, merita di esser rilevato, che le sue sperienze son troppo in piccolo, per poterle adattare alle forze de' Fiumi, e degli ostacoli, che ad essi dall'arte si oppongono. Il maggior peso di queste sue sperienze sono alla fine di grana 19, cioè la resistenza del cilindretto sommerso, e sospinto dal fluido non ha maggior valore di queste poche grana. Non sarebbe adunque maraviglia, se trasportando le sperienze dal piccolo al grande, e da un Gabinetto di Fisica alla vastità de' Fiumi, il peso di centinaja di libbre ci scuoprisce una diversa legge di resistenze, la quale sparisca alle poche grana di peso.

Una seconda difficoltà mi nasce nell'animo in ordine alle velocità dell'esperienza, e del calcolo. Quelle dell'esperienza son dedotte dalla quantità del fluido, che usciva da diverse chiavi collocate nel fondo della macchina. Da esse nell' Esperienza VI., che porto per esempio, deducesi la velocità di piedi 18, che potevano scorrere ne' secondi 15. 55. cent. Ma essendo il tubo di piombo di pollici 4. di diametro, per cui l'acqua trascorreva, ed essendo il diametro del cilindro di linee 6, la velocità colla quale esso era sospinto era maggiore di quella, che computava col consumo dell'acqua, essendo cosa notissima, che ne' Fiumi, e ne' Canali le velocità medie sieguono

la

la ragion reciproca delle Sezioni. Onde essendo minore la Sezione, che passava per il cilindro, e per il tubo, di quella, che passava in altri punti del tubo o inferiori, o superiori al cilindro, la prima doveva esser maggiore della seconda. Nelle sperienze accade il contrario, cioè, che le velocità dedotte col peso, come pure le resistenze son minori delle calcolate, eccetto solo la terza sperienza; e benchè il divario, che può cagionare questa varietà di velocità non sia grandissimo, pure io non so intendere come la cosa torni al contrario.

Finalmente essendo i piccoli cilindri, Globi, e Coni racchiusi in un tubo con un forzamento, o pressione non indifferente dell'acqua superiore, potrebbe essere che l'effetto sia diverso nelle acque libere, come sono quelle de' Canali, e de' Fiumi, le quali si gonfiano al presentare degli ostacoli, si modificano in molte curve più, o meno ottuse, prima di urtare gli stessi ostacoli, e dopo il loro urto vi si aggirano dietro con moti vorticosi. Tutte queste differenze esigevano, che la verità del Teorema fosse messa alla prova di ostacoli maggiori, o di Canali, o Fiumi, su quali noi dobbiamo operare colle operazioni dell'Architettura Idraulica.

Appunto per questa ragione io ho eseguite le numerose mie sperienze in Canali, e Fiumi aperti, le ho eseguite con gran Castelli, e con pesi, che giungono sino a libbre 152. E finalmente ho presentato al fluido corrente ora una superficie di dugento soldi quadrati, ora un'altra di 312½ e più si potrebbe a nostro piacimento, se l'aumento de' pesi non ci facesse temere la maggior sensibilità delle resistenze. La superficie opposta al fluido del Sig. 's Gravesande giugne appena ad ⅕ di soldo, che è 1562. volte minore, che non è la superficie della Ventola adoperata nel Fiume Arno.

Mi pare adunque, che non potendosi opporre alle mie sperienze veruna difficoltà delle altre, e concordando esse col Teorema Idraulico già esaminato, possa concludersi, che nel presentare a più gran Fiumi degli ostacoli capaci a difender le ripe, possa seguirsi la legge, che la resistenza di tali ostacoli, quando essa direttamente si oppone alla corrente delle acque, debba equivalere al peso di un solido della specifica gravità dell'acqua, il quale abbia per base orizzontale la stessa superficie dell'ostacolo, e per sua altezza verticale quella, che sarebbe originata dalla libera caduta de' corpi gravi generanti quella stessa velocità, colla quale è urtato l'ostacolo.

*Riflessioni sulla scelta del Castello, della Ventola, e del rame del Fiume, e del Canale artificiale per replicare le presenti sperienze.*

*Num.* 131. Il gran numero delle sperienze da me fatte, e le continue meditazioni in atto di farle, mi hanno suggerite le diligenze, ed attenzioni, che possono contribuire alla maggior perfezione di questo metodo, il quale parendomi oramai autenticato dall'esito, mi farò coraggio maggiore per perfezionarlo.

La prima riflessione sugli effetti del Castello mi porta a preferire il triangolare al quadrangolare, appunto per il maggior turbamento, che questo cagiona alla corrente del fluido, sì nella sua direzione, che nella sua forza. E se questo secondo porta il vantaggio della maggiore stabilità, potremo questa procurarla nel Castello triangolare con aggravare, e con assicurare con pesi maggiori l'inferior pianta, o tramezzo, che posa sull'Alveo del Canale.

Assai

Aſſai pur gioverà, che l'albero della Ventola ſia più lontano, che ſi poſſa dal Caſtello, ed in vece di ſoldi 10, ſarà ben fatto allontanarlo ancora di un braccio $\frac{1}{2}$. Se mai ſi temeſſe, che ſporgendo così l'albero, eſſo colla maggior leva accreſca il momento delle forze del Fiume, per poter più facilmente ſcuotere il Caſtello, potrà rifletterſi, che l'inferior bracciuolo deve toccare l'Alveo del Fiume, giacchè le punte del Caſtello ſi fanno immergere nell'Alveo medeſimo. Le altre ſperienze, che ſaranno in altri articoli eſaminate, ci aſſicurano, che le forze delle acque correnti ſono preſſo al fondo molto ſnervate. Il bracciuolo ſuperiore non ne riſente le ſpinte, perchè eſſo è fuori dell'acqua. Reſtano ſolo le percoſſe ſull'Albero, che operando con tanto maggior momento, potrebbono far vacillare il Caſtello. Ma ſe rifletteſi, che il detto Albero è molto ſottile, e che quello del maggior Caſtello appena ha ſoldi 4. di groſſezza nella ſua diagonale, quando ancora l'altezza del fluido ſia di braccia 8, eſſo agirà ſu di una ſuperficie di ſoldi □ 640. Con una velocità di fluido, per eſempio di ſoldi 26. per ſecondo, l'altezza dell'acqua ſu quella ſuperficie, ſarebbe di un ſolo ſoldo, e così ſoldi cubici 640. Se adunque ſoldi cubici 8000. peſano libbre fiorentine 575, i ſoldi cubici 640. non peſeranno più di libbre 46, le quali operando col vette di un braccio $\frac{1}{2}$ riſpetto al Caſtello, non potranno mai produrre alcun ſenſibile ſcuotimento, purchè l'albero ſia ben raccomandato a forti bracciuoli, e queſti fortemente inchiodati al Caſtello, che è colle ſue punte inferiori affondato nel letto del Fiume, e ben caricato di peſi.

*Num.* 133. Non è indifferente al felice ſucceſſo delle ſperienze, la figura, grandezza, e poſizione della Ventola. Per

impedire il rimulinamento del fluido tra l'Albero, e la Ventola, trovò giovevole, che essa rada l'Albero senza alcun vuoto intermedio, come era la seconda Ventola adoperata sul Fiume Arno. Di questa pure mi pare da trasceglierfi la lunghezza, e l'altezza. La prima, che è di soldi 40. serve per render notabile la superficie percossa; La seconda, che è di soli soldi 5. ci sarà giovevole per misurare con precisione maggiore le diverse velocità degli Strati inferiori del Fiume fino al fondo.

*Num.* 134. Assicurata così la miglior costruzione del Castello, e della Ventola, deve l'Idraulico rivolgere le sue premure alla scelta di quel tronco di Fiume, dove poter osservare il corso de' Galleggianti. Quanto è più regolare, e costante la Sezione del tronco a diversi suoi punti, tanto saranno più esatte l'esperienze de' Galleggianti.

Se al contrario l'Idraulico si fermasse in un ramo di Fiume, che cambiasse le larghezze, e le profondità delle diverse Sezioni, i suoi Galleggianti avrebbero ora una velocità maggiore, ed ora minore, essendo cosa ben manifesta, che le velocità medie sono in ragion reciproca dell'area delle Sezioni. Potrebbe adunque succedere a mal cauto Osservatore, che collocando egli la Ventola in una Sezione angusta rispetto alle altre superiori, ed inferiori Sezioni trascorse dal Galleggiante, incontrasse in essa Ventola una velocità, che non sarebbe paragonabile con quella del Galleggiante, e che sarebbe ora minore ora maggiore, secondo che le Sezioni, che esso va tratrascorrendo siano ora minori, ora maggiori di quella sulla quale è collocato il Castello. Grande è stata la mia attenzione per la scelta del ramo del Canale, o nel Lago di Castiglione, o nel Fiume Arno. Ho esclusi de' rami del Fiume Arno, perchè
in

in braccia 100. vi erano delle Sezioni doppie delle altre. Onde la velocità per le prime doveva esser la metà, che nelle seconde. E così per avventura se il Castello fosse stato collocato nella Sezione più angusta, avrebbe mostrato una velocità doppia, che nella Sezione doppia della prima. Da tale scelta adunque dipende il felice successo di queste mie sperienze.

*Num.* 135. I Canali artificiali, che son formati con regolarità di fondo, di ripa, e di argini sono veramente più al caso, che gli alvei naturali de' Fiumi, ne' quali, le loro irregolarità non saprà mai comprendere, se non chi è avvezzo a misurarle. Pure io non negherò, che colle replicate osservazioni, qualche ramo di Fiume, o di maggiore, o di minor larghezza possa rinvenirsi, al quale si adatti il metodo presente; la lunghezza non molto importa, purchè le Sezioni siano quasi costanti.

Per tal fine nel Canale di Castiglione io ho scelta una lunghezza di braccia 128, e nel Fiume Arno, per evitare le inuguaglianze delle Sezioni, mi sono contentato o di braccia 90, o di 100, perchè nelle lunghezze maggiori s' incontrava una maggiore inugualtà di Sezioni. Conviene però evitare in questo l' eccesso contrario di troppo piccole lunghezze, che rendono inesatte le sperienze de' Galleggianti.

### AVVERTIMENTO.

*Num.* 136. Avendo esaminate più attentamente le dimensioni della prima Ventola adoperata sul Fiume Arno, ho trovato un divario nel centro de' momenti, la cui distanza era stata adoperata ne' calcoli di soldi 19. 20. centesime, quando

 com-

computandovi le frazioni de' soldi, essa realmente si trova di 19. 80. centesime; con tal divisore sarà la velocità.

| | | |
|---|---|---|
| Del Caso V. di soldi | - - - - - - - - | 25. 85. |
| Del VI. di | - - - - - - - - - - - | 23. 54. |
| Del VII. di | - - - - - - - - - - - | 22. 97. |
| Dell' VIII. di | - - - - - - - - - - - | 22. 71. |

E così molto più si accordano tra di loro le velocità dedotte coll' uso della Ventola, con quelle osservate ne' Galleggianti.

Per correggere i Logaritmi, basta togliere dal Logaritmo delle altezze o. 01111.

E dal Logaritmo delle velocità o. 00555.

# ARTICOLO II.

*Delle altre maniere, e metodi per servirsi di una superficie percossa dal fluido, per ottenere le velocità.*

*Num.* 137. IL metodo dichiarato nell'antecedente Articolo di servirsi del Meccanismo della Ventola Idraulica, per dedurre la velocità del fluido, che la percuote, non è il solo, che possa, e debba considerarsi nell'Idraulica, ma vi sono altri metodi, ne' quali la superficie di un solido sia diversamente percossa dal fluido, e perciò differente sia il suo Meccanismo.

Se l'Asse della Ventola sia collocato orizzontalmente, essa diviene una valvula, e se tal valvula sia tuffata nel fluido, e facciasi di gravità specifica maggiore dello stesso fluido, indi ne

ne naſcerà un altro metodo differentiſſimo dal primo tanto nel ſuo Meccaniſmo, che nella maniera di metterlo in pratica, con macchinetta aſſai diſſomigliante dalla prima.

E ſe la ſuperficie percoſſa dal fluido non abbia alcun centro, o aſſe ſul quale ravvolgaſi, ma ſia eſpoſta normalmente alla direzione del fluido, allora il Meccaniſmo ſarà pur differente, e ſarà molto più ſemplice, che ne' primi due metodi.

Converrà adunque pigliare in conſiderazione queſti due altri metodi, che ſi ſuggeriranno dalle nuove macchinette per miſurare le velocità de' fluidi in altre circoſtanze, alle quali non ſarà applicabile la Ventola Idraulica. Prima però di diſcendere al particolar loro eſame, mi giova di rilevare in generale, che l' idea di deſumere le velocità dalle forze impiegate dal fluido a contraſtare con una data ſuperficie, può aumentarſi a noſtro piacere, e perciò creſcendo il volume del fluido, che la ſoſpinge, avremo una forza maggiore da miſurarſi con peſi ſempre maggiori. Inoltre i peſi medeſimi poſſono di bel nuovo aumentarſi colla potenza meccanica del Vette, come appunto ſuccede nel Caſtello, e nella Ventola Idraulica, nella quale il peſo, per eſempio di libbre 20, che opera col raggio della rotella, eſſendo riportato alla diſtanza del centro de' momenti, diviene ſei, e più volte maggiore. Ed in fatti nelle prime ſperienze fatte ſul Fiume Arno vi volevano libbre 152. per fare equilibrio colla forza del fluido ſulla ventola, che poi finalmente era di lunghezza braccia $1\frac{1}{4}$, e di larghezza $\frac{5}{8}$ di braccio. Se dunque ſi raddoppj, e ſi triplichi tal ſuperficie, vi vorrà un peſo due, e tre volte maggiore delle libbre 152.

Vale

Vale lo stesso raziocinio nel secondo metodo della valvula. Vale lo stesso nel terzo metodo, nel quale oltre all'aumento indefinito della superficie, potremo riportare il peso misuratore a qualche potenza Meccanica, come si vedrà.

Per la qual cosa essendo sempre in nostro potere di accrescere il peso misurator della forza, quanto mai si voglia, potremo così ottenere le più minute frazioni della velocità, e perciò una tal'idea può perfezionarsi indefinitamente. Presupponendo adunque una tale opportunità, piglierò da essa coraggio, per dichiarare, e perfezionare i due metodi già divisati.

### *Del metodo della valvula per dedurre le velocità delle acque correnti.*

*Num.* 138. Per somministrare un idea di questo metodo, sia ABCD (fig. VI.) un telajo di legno, che per la sua specifica minor gravità dell'acqua, in essa tengasi a galla. Alla sua metà si stabilisca un asse di ferro KO, che possa liberamente girare sul concavo de'due rallini di bronzo, collocati in KO. Al medesimo asse si unisca un quadrilatero di lamiera di ferro KGHO, di quella grossezza, che sarà più adattata al bisogno. La scelta del ferro, o di altra materia di maggiore specifica gravità è necessaria, affinchè la valvula KH col suo respettivo peso graviti addosso all'asse KO. Se il fluido sarà stagnante, tal valvula penderà liberamente secondo la direzione de'gravi. Ma se il fluido cominci a correre con una data velocità, la valvula devierà dal perpendicolo, e si adatterà ad un piano inclinato KOgh, che sarà maggiore, o minore,

nore, secondo che la forza del fluido crescerà, o scemerà. L'angolo della valvula sarà misurato in un quadrante KEST, che avrà le sue graduazioni, e che si farà di quel raggio, che renderà più sensibile le frazioni de' gradi.

Una tal macchinetta si farà galleggiare a qualunque punto della superficie del Fiume, accostandola, o scostandola dalla ripa destra, e sinistra per mezzo di due funi BR, CM.

Accaderà adunque, che la velocità, e forza del Fiume in quel dato punto farà deviare la valvula con un angolo, che sarà dall'indice manifestato nell'arco ES, dal quale piglieremo argomento della velocità dell'acqua in quel dato punto del Fiume.

Volendo noi misurare le grandi velocità delle piene di un Fiume, delle quali in vero non abbiamo alcuna idea, e questa dall'altra parte è assai importante, io non credo che vi sia miglior Meccanismo di questo. Il suo telajo può farsi di quella grandezza, e stabilità, che piacerà. Il raggio del Quadrante similmente potrà ingrandirsi a piacere. I gradi indicati dalla lancetta ancor da lontano si osservano con un buon Telescopio. Per mezzo di due canapi sostenuti da sugheri galleggianti, trasportasi la macchinetta sul vero filone del Fiume, dove la velocità è massima, e da quel punto accostandolo bel bello alla ripa, dalla diminuzione dell'angolo, pigliasi la misura della diminuzione della velocità. Noi non avremo chiara notizia delle portate de' nostri Fiumi, se non trasporteremo una volta le nostre sperienze da' piccoli Canaletti, dove sono state finora tentate, alla vastità de' Fiumi, dove le velocità, e loro degradazioni sono finora assai oscure.

Per rimontar poi dalla misura degli angoli a quella delle velocità, convien prima considerare la deviazione di un piombino

bino sferico, che prefenta fempre al fluido una coftante fuperficie, per poi paffare alla valvula, che colle fue diverfe obbliquità prefenta al Fiume una fuperficie equivalentemente minore.

*Num* 139. Se adunque penda da un centro K il piombino K G (fig. VII.) di figura sferica, e di data fpecifica gravità, defcrivendo il Quadrante H G E, ed in effo la tangente T G P, fe una potenza P con un filo G P fulla detta tangente debba foftenere in quella deviazione il detto globo G, fi dimoftra nella Meccanica, che il pefo del globo alla potenza P deve ftare nella ragione del fen totale K G, al feno G S dell'angolo di deviazione H K G. Se adunque a detta potenza voglia foftituirfene un'altra, che regga il globo colla direzione orizzontale G O, allora dovrà detta potenza aumentarfi nella ragione del G L alla G O, fupponendo O L perpendicolare alla tangente. Onde fe faremo la G L uguale al feno G S, farà la linea G O uguale alla tangente G T, che è tangente dell'angolo di deviazione dal perpendicolo. Ora una tal potenza farà efpreffa dalla forza del fluido, che fcorrendo orizzontalmente, tien fofpefo il globo G all'angolo di deviazione. In tale ipotefi converrà affumere non il pefo affoluto, ma lo fpecifico del globo, il qual nafce dalle due fpecifiche gravità del fluido, e del folido. Sarà adunque in tal cafo il Teorema.

Che così farà il pefo fpecifico del globo, alla forza del fluido, come il fen totale alla tangente dell'angolo di deviazione.

E ficcome crefcendo tal'angolo, crefce la fua tangente, che fi fa infinita a gradi 90, ne nafce da ciò una curiofa confeguenza, che la forza neceffaria per tenere il globo fofpefo in una direzione orizzontale rifpetto al centro K, deve effere infinita. Il che coincide co' Teoremi della Catenaria, ed altri di fimil genere.

*Num.*

*Num.* 140. Per applicar tal Teorìa alla noſtra valvula, manca ancora la conſiderazione della ſua obliquità, per cui dovendo il fluido operare obliquamente la ſua azione, và diminuendoſi nella ragione de' ſeni dell' obliquità, che ſono i complimenti degli angoli di deviazione. Onde per reſtituire a tal potenza quella forza, che ad eſſa manca per detta obliquità, conviene accreſcerla nella ragion reciproca de' ſeni dell' obliquità, facendo come il ſeno della data obliquità al ſen totale, così il valore della potenza eſpreſſo dalla tangente dell' angolo di deviazione, al quarto termine, che ſarà la forza del fluido neceſſaria per ſoſtenere la valvula a quell' angolo di deviazione a diſpetto della ſua obliquità. Dal che ne naſcerà il ſecondo Teorema da applicarſi alla valvula.

*Num.* 141. Così ſtarà il peſo ſpecifico della valvula alla forza del fluido, che la tien ſoſpeſa ad un dato angolo di deviazione, come il ſeno totale, alla quarta linea di proporzione dopo il ſeno del complemento dell' angolo già detto, il ſen totale, e la tangente dello ſteſſo angolo.

E più ſemplicemente ſtarà il peſo ſpecifico della valvula alla forza del fluido, come il Coſeno dell' angolo di deviazione, alla tangente dello ſteſſo angolo.

Poichè ſia il peſo ſpecifico = P tangente dell' angolo = T

La forza dell' acqua = F

Il ſen totale = S, il ſeno dell' angolo di deviazione = $s$ Coſſeno = C ſarà per il primo Teorema $P : F = S : \frac{ST}{C}$. Onde ſi dedurrà $P : F = C : T$. E perciò ſarà $FC = PT$. Con queſta ſempliciſſima equazione, ſe dall' eſperienza ſarà dato l' angolo, ſarà pur dato il valore di C, e di T, ed eſſendo pur noto il valore di P, ſi troverà $F = \frac{PT}{C}$.

Confiderando la forza F, come un peſo; dee cercarſi l'altezza del fluido uguale a tal peſo, colla baſe uguale alla valvula ridotta. Dico *ridotta*, perchè eſſendo eſſa obliqua, convien diminuir la larghezza, facendo, come S : C = L : la larghezza al quarto termine $= \frac{CL}{S}$. Su tal baſe laſciando interamente la ſua lunghezza orizzontale, ſi troverà

$x = \frac{SA}{PS}$ nella quale ſecondo il ſolito ſi eſprime per A l'altezza del braccio cubico, per S la ſua ſuperficie, per P il peſo di libbre 575, e per S la ſuperficie ridotta della valvula.

Trovato poi il valore di $x$, la metà del ſuo Logaritmo, aggiunto al ſolito il Logaritmo coſtante, ci ſomminiſtrerà la velocità, colla quale il fluido ha ſoſpinta la valvula.

## *Applicazione della preſente Teorìa a caſi particolari.*

*Num.* 142. Per ridurre alla pratica la preſente Teorìa della valvula, potremo applicarla a qualche caſo particolare.

Sia il peſo ſpecifico della medeſima di libbre 10, e per ſicurezza maggiore, meglio ſarà il peſar la lamiera dentro dell'acqua.

La lunghezza della valvula ſia di un braccio, e la ſua altezza di ſoldi 10, i quali ſono opportuni per la ſua diminuzione. Facciaſi l'angolo di deviazione di gradi 15.

## Esempio I.

Sarà il Logaritmo della sua tangente - = 9. 42805.
Il Log. di libbre 10. - - - - - - - - = 1.

La somma - - - - - - = 10. 42805.
Il Log. del seno del complemento - - = 9. 98494.

Il suo residuo, cioè F - - - - = 0. 44311,
che sarà di libbre 2. 77. centesime.

Riducendo la superficie della valvula, essa avrà l'altezza di soldi 9. 659. millesimi che moltiplicata per la lunghezza di soldi 20. rende soldi quadrati 193. 18. cent.

Così troveremo l'altezza $x = \frac{8000}{575 \times 193.18}$ F, che trovasi di o. 191. mill. di soldo, ed il suo Log. è - - = 1. 25211.

Sua metà - - - - - - - - - = o. 62605.
Logaritmo costante - - - - - = o. 41461.

Somma - - - - - - - - = 1. 04066.
a cui devesi la celerità di soldi 10. 97. cent.

Tale è la velocità dedotta dalla Teoria della valvula Idraulica nelle addotte Ipotesi, e nella deviazione di gradi 15.

## E s e m p i o II.

*Num.* 143. Facciasi l'angolo della deviazione di gradi 75.

Sarà il Log. della tangente - - - - = 10. 57194.
Sarà P = 10. Suo Log. - - - - = 1.

11. 57194.
Log. del cosseno - - - - - - - - = 9. 42805.

Residuo, cioè F - - - - - - = 2. 14389.

a cui si devono libbre 140. prossimamente.

Altezza della valvula ridotta = soldi 2. 58. cent., che moltiplicata per 20. ci da la superficie di soldi ☐ 51. 60. cent.

Sarà il Log. di 8000. - - - - - - - = 3. 90309.
Log. di F - - - - - - = 2. 14389.

Somma - - - = 6. 04698.

Log. di 575. = 2. 75966. )( Log. sott.° = 4. 47254.
Log. di 51. 58. = 1. 71248. )( Residuo = 1. 54444.

Somma - = 4. 47254. )(

a cui corrispondono soldi 35. 03. cent. = 3. 54444. per le cent.

Metà del Log. - - - - - = 1. 77222.
Log. cost. - - - - - - - = 0. 41461.

Logaritmo della velocità - - - = 2. 18683. a cui debbonsi soldi 153. 8. decime, cioè braccia 7. soldi 13. 8. decime per la celerità, che corrisponde a tal'angolo.

Ho apportati questi due esempj, per far vedere nel primo, che l'angolo sensibilissimo di gradi 15. porta per una moderа-

derata velocità di circa soldi 11., e che l'angolo assai grande di 75. gradi di deviazione porta una celerità di braccia 7. soldi 13, che difficilmente potrà averla una piena massima di qualunque Fiume.

Che se alcun desiderasse una sensibilità maggiore nella valvula, bastera diminuire il suo peso con una lamiera più sottile, ed allora per la celerità di braccia 7. soldi 13. ne nascerà un angolo maggiore di 75.° Essendo però in tal caso di piccol peso troppo maggiori le oscillazioni della valvula, che più facilmente ubbidirebbe a qualunque alterazione della corrente, io crederei a proposito il peso di libbre 10, che non sarà tanto oscillante, quanto i pesi minori.

*[illegible] della macchinetta a valvula, per misurare le velocità degli Strati più profondi del Fiume.*

*Num.* 144. E stata fin quì immaginata la macchinetta a valvula per indicarci le velocità superficiali delle acque correnti, ma essa con diverso telajo, ed apparato può ancora servire per le velocità degli Strati inferiori. Ed a tal'uso potremo in due maniere adattarla. Cioè primieramente per ricavare le velocità degli angolì di deviazione. Ed inoltre per dedurlo col mezzo de' pesi. Il tutto bene si comprenderà colla descrizione dell'indicata macchinetta.

Per la qual cosa sia A B C D (fig. VIII.) un talejo di figura quadrata formato di quercia, per tuffarsi nel fondo del Canale, ed al medesimo dalla parte inferiore si aggiungano quattro puntazze di ferre *e d*, *b a*, *g b*, *f e*, le quali serviranno per ben fermare il Castelllo, affinchè non vacilli al corso delle acque,

que, che esso dee sostenere. Questo stesso telajo potrà aggravarsi con molto sasso, inchiodando sopra il medesimo una tavoletta, che possa reggerlo. Questa sarà la pianta del nuovo Castello, che va affondata sull'alveo del Fiume.

A detta pianta si raccomandino con buone conficcature, ed ancora con quattro squadre di ferro le due colonne EF, HG, le quali in cima siano collegate colla loro traversa GF. Nella parte interna di dette due colonne si scavino due Canaletti da cima a fondo, affinchè per essi possa sdrucciolare il telajo della valvula, che or ora descriverò. E' rappresentato detto telajo colle lettere IKOR, e resterà inferiormente collegato colla traversa IL, e superiormente coll'altra KO; esso avrà i suoi risalti laterali da combiagiare col canaletto delle colonne, affinchè stando queste ben ferme insieme col piede, o pianta AC, il telajo possa scorrere in sù, ed in giù portando seco la valvula di rame, o di ferro TMVZ, la quale dovrà esser con diligenza bilicata con due sottili pernj giranti sugli anelletti di ottone collocati in S, R. Accanto al pernio R vi si conficca una puleggia concentrica, alla quale corrisponde un altra Q, o uguale alla prima, o di minor diametro in quella proporzione, che parrà opportuna.

Raccomandasi all'inferior puleggia R una sottil catenuzza di fil d'ottone, che si nasconda nell'esterior canaletto della puleggia, e di là passando nella puleggia superiore Q, che sarà aggravata di un peso P, che faccia equilibrio colla forza del fluido, comunicherà dalla parte inferiore alla superiore quella forza, che vuol misurarsi col peso P.

*Num.* 145. Se poi vorrà adoperarsi la valvula per avere gli angoli di deviazione, allora senza alcun peso, in vece della puleg-

puleggia si adatta un cerchio graduato con sua lancetta, affinchè possa indicare fuori dell'acqua quegli angoli di deviazione, che la valvula va pigliando per le diverse impressioni del fluido, che stando per esempio al livello YY tien sommersa la valvula TZVM.

Descritta così la macchinetta, ciascuno ne comprenderà l'uso. Poichè se voglia essa adoperarsi per mezzo degli angoli di deviazione, si tiene lo stesso metodo, e la stessa Teorìa della valvula della fig. VII., col divario soltanto, che laddove quella resta sempre alla superficie del fluido per palesarci la sua velocità a diversi punti della stessa superficie, questa, restando immobile il Castello si fa calare dalla superficie fino al fondo agli Strati, che si vorrà, e dagli angoli maggiori, o minori, che la valvula è astretta a pigliare dalle diverse forze del fluido, ci manifesta le sue velocità maggiori, o minori.

Quando però il metodo de' pesi sia preferito a quello degli angoli, allora la valvula dee sempre restare nella sua posizione verticale, alla quale dee tenerla obbligata il peso P; il quale si cresce, o si scema, finchè la valvula a dispetto delle forze del fluido resti in un piano verticale.

*Num.* 146. In tal metodo però la Teorìa è differente per ottenere la velocità, che noi cerchiamo, ma esso è semplicissimo, e cortissimo. Poichè sia il centro di gravità o di grandezza in N, e si conduca la perpendicolare Nn fino all'asse della valvula, la linea N farà il vette dei momenti della medesima. Se le due pulegge R, Q sono di ugual diametro, allora ottenuto dall'esperienza il peso P facciasi come la linea Nn al semidiametro della puleggia, così il peso P, al quarto termine, che farà il peso ridotto. Essendo data la superficie

cie della valvula, si sciolga il solito problema per trovare la $x = \frac{SA}{P \times S} P$. Questa sarà l'altezza del fluido sulla base TV.

Alla metà del suo Logaritmo aggiungasi il Logaritmo costante della velocità, e la somma ci paleserà la velocità del fluido equilibrato col peso dell'esperienza.

## ESEMPIO I.

*Num.* 147. Sia la lunghezza TZ della valvula di soldi 20, e la sua altezza MT di soldi 10. La sua superficie $= s$ sarà di soldi quadrati 200.

Sia il peso dell'esperienza di libbre 10. E suppongasi semidiametro delle due pulegge di soldi 2. Si farà adunque come la Nn di soldi 5. al semidiametro di soldi 2, così libbre 10. al quarto termine, che torna di libbre $4. = p$.

Sarà il Log. di SA, cioè di 8000. - = 3. 90309.
Log. del peso ridotto = libbre 4. - = 0. 60206.

Somma colla giunta del 2. - - - = 6. 50515.

Log. di 575. = 2. 75966. Detraggasi = 5. 06069.
Log. di 200. = 2. 30103. Residuo - = 1. 4446,
Somma - = 5. 06069. al quale corrisponde l'altezza $x$ di soldi 0. 276.

Metà del Log. - = 0. 72223.
Log. cost. delle vel. = 0. 41461.

Log. della velocità - = 1. 13684. a cui corrisponde la velocità cercata del fluido di soldi 13. 70. cent.

ESEM-

## ESEMPIO II.

*Num.* 148. Sia il peso dell'Esperienza di libbre 100, il peso ridotto sarà di libbre 40. Onde il Logaritmo di $x$ sarà = 2. 44446, al quale compete l'altezza di soldi 2. 076.

Metà del Logaritmo - - - - - - = 1. 22223.
Logaritmo costante - - - - - - = 0. 41461.
Logaritmo della velocità - - - - - - = 1. 63684,
al quale corrisponde la velocità di soldi - - 43. 34. cent.

Ho voluto arrecare questi due esempj per far conoscere l'utilità di questo metodo, e la sua precisione. Poichè dalla velocità di soldi 13. 70, per giugnere a quella di soldi 43. 34, vi vuole la giunta di libbre 90, e perciò essendo assai sensibile la giunta de' pesi, le velocità potranno ottenersi colle loro frazioni.

Se i pernj delle due pulegge si facciano sottili in paragon de' diametri delle pulegge, che si possono ingrandire quanto si vorrà, le resistenze saranno assai tenui. Se il telajo della Ventola si faccia assai largo in modo tale, che esso dalla Ventola sia molto distante, poco dee temersi dell'urto del fluido sulle due colonne, e sul telajo. Al peso può sostituirsi una piccola Stadera di esatto lavoro, affinchè col solo moto del suo romano, possa conoscersi agevolmente il peso dell'equilibrio. La valvula può farsi leggerissima, e poco più che della gravità specifica dell'acqua, affinchè non graviti sulle sue imperniature. Sottili pure siano i pernj, come già è stato avvertito.

Per avere una certezza del suo stato verticale, quando essa è sul fondo del Fiume, alla superior puleggia potrà rac-

comandarsi una lancetta, che con un cerchio concentrico, provato bene prima delle sperienze, e fuori dell'acqua, rilevi il punto della sua posizion verticale.

La catenuzza può nasconderfi dentro un Canaletto, affinchè non risenta alcuna impressione dal fluido. In una parola, questa macchinetta è in grado di esser molto perfezionata, ed applicata con buon criterio alla misura delle velocità degli Strati profondi del fluido.

Se paresse cosa incommoda, che la puleggia, ed il peso fosse nel telajo in Q, P, che si va alzando, ed abbassando, potrà l'una, e l'altro collocarsi ugualmente in F, cioè nell'estremità superiore di una delle due colonnette.

Per facilitare l'uso, e le sperienze di questa macchinetta, ho pensato di formare l'ingiunta Tavola, nella quale ingrandisco il semidiametro della puleggia R, a soldi $2\frac{1}{2}$, e così essendo la metà della leva Nn, il peso ridotto sarà la metà del peso sperimentale. Vi sarà il vantaggio di scemar sempre più le resistenze del pernio, collocando una piccola Stadera sulla testata F, cesserà la resistenza della seconda puleggia.

Num.

Num. 149. *Tavola de' pesi aggravati sulla valvula da libbra 1. fino a libbre 100. per dedurne le velocità competenti a detti pesi nella percossa perpendicolare del fluido.*

| Libbre | Cadute Soldi | Cadute Cent. | Velocità Soldi | Velocità Cent. | Libbre | Cadute Soldi | Cadute Cent. | Velocità Soldi | Velocità Cent. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | 0. | 03. | 4. | 85. | 26. | 0. | 96. | 25. | 57. |
| 2. | 0. | 07. | 7. | 09. | 27. | 0. | 98. | 25. | 95. |
| 3. | 0. | 11. | 8. | 88. | 28. | 1. | 04. | 26. | 53. |
| 4. | 0. | 14. | 10. | 03. | 29. | 1. | 08. | 27. | 00. |
| 5. | 0. | 18. | 11. | 21. | 30. | 1. | 12. | 27. | 04. |
| 6. | 0. | 22. | 12. | 28. | 31. | 1. | 15. | 27. | 09. |
| 7. | 0. | 26. | 13. | 27. | 32. | 1. | 19. | 28. | 03. |
| 8. | 0. | 29. | 14. | 19. | 33. | 1. | 23. | 28. | 08. |
| 9. | 0. | 33. | 15. | 05. | 34. | 1. | 26. | 29. | 03. |
| 10. | 0. | 37. | 15. | 86. | 35. | 1. | 30. | 29. | 07. |
| 11. | 0. | 41. | 16. | 63. | 36. | 1. | 34. | 30. | 01. |
| 12. | 0. | 44. | 17. | 37. | 37. | 1. | 38. | 30. | 50. |
| 13. | 0. | 48. | 18. | 08. | 38. | 1. | 42. | 30. | 92. |
| 14. | 0. | 52. | 18. | 76. | 39. | 1. | 46. | 31. | 32. |
| 15. | 0. | 56. | 19. | 42. | 40. | 1. | 49. | 31. | 72. |
| 16. | 0. | 59. | 20. | 06. | 41. | 1. | 52. | 32. | 11. |
| 17. | 0. | 63. | 20. | 68. | 42. | 1. | 56. | 32. | 50. |
| 18. | 0. | 67. | 21. | 28. | 43. | 1. | 60. | 32. | 89. |
| 19. | 0. | 70. | 21. | 86. | 44. | 1. | 64. | 33. | 27. |
| 20. | 0. | 74. | 22. | 43. | 45. | 1. | 68. | 33. | 65. |
| 21. | 0. | 78. | 22. | 98. | 46. | 1. | 72. | 34. | 01. |
| 22. | 0. | 82. | 23. | 52. | 47. | 1. | 76. | 34. | 38. |
| 23. | 0. | 85. | 24. | 05. | 48. | 1. | 79. | 34. | 75. |
| 24. | 0. | 89. | 24. | 57. | 49. | 1. | 83. | 35. | 11. |
| 25. | 0. | 93. | 25. | 07. | 50. | 1. | 87. | 35. | 46. |

| Libbre | Cadute Soldi | Cadute Cent. | Velocità Soldi | Velocità Cent. | Libbre | Cadute Soldi | Cadute Cent. | Velocità Soldi | Velocità Cent. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 51. | 1. | 90. | 35. | 81. | 76. | 2. | 84. | 43. | 72. |
| 52. | 1. | 94. | 36. | 16. | 77. | 2. | 87. | 44. | 01. |
| 53. | 1. | 98. | 36. | 51. | 78. | 2. | 91. | 44. | 29. |
| 54. | 2. | 01. | 36. | 85. | 79. | 2. | 94. | 44. | 58. |
| 55. | 2. | 05. | 37. | 19. | 80. | 2. | 98. | 44. | 86. |
| 56. | 2. | 08. | 37. | 53. | 81. | 3. | 01. | 45. | 14. |
| 57. | 2. | 12. | 37. | 87. | 82. | 3. | 05. | 45. | 42. |
| 58. | 2. | 16. | 38. | 19. | 83. | 3. | 09. | 45. | 69. |
| 59. | 2. | 20. | 38. | 53. | 84. | 3. | 13. | 45. | 97. |
| 60. | 2. | 23. | 38. | 85. | 85. | 3. | 17. | 46. | 24. |
| 61. | 2. | 27. | 39. | 17. | 86. | 3. | 21. | 46. | 51. |
| 62. | 2. | 31. | 39. | 49. | 87. | 3. | 24. | 46. | 78. |
| 63. | 2. | 35. | 38. | 81. | 88. | 3. | 28. | 47. | 05. |
| 64. | 2. | 38. | 40. | 12. | 89. | 3. | 31. | 47. | 31. |
| 65. | 2. | 42. | 40. | 43. | 90. | 3. | 35. | 47. | 58. |
| 66. | 2. | 46. | 40. | 74. | 91. | 3. | 39. | 47. | 84. |
| 67. | 2. | 50. | 41. | 05. | 92. | 3. | 43. | 48. | 10. |
| 68. | 2. | 53. | 41. | 36. | 93. | 3. | 46. | 48. | 37. |
| 69. | 2. | 57. | 41. | 66. | 94. | 3. | 50. | 48. | 62. |
| 70. | 2. | 61. | 41. | 96. | 95. | 3. | 54. | 48. | 88. |
| 71. | 2. | 65. | 42. | 26. | 96. | 3. | 57. | 49. | 14. |
| 72. | 2. | 68. | 42. | 55. | 97. | 3. | 61. | 49. | 39. |
| 73. | 2. | 72. | 42. | 86. | 98. | 3. | 65. | 49. | 65. |
| 74. | 2. | 76. | 43. | 15. | 99. | 3. | 69. | 49. | 90. |
| 75. | 2. | 80. | 43. | 44. | 100. | 3. | 73. | 50. | 15. |

*Uso*

## *Uſo della Tavola.*

*Num.* 150. Avendo coſtruito una valvula delle deſcritte dimenſioni; cioè di lunghezza T Z di ſoldi 20; altezza *n* m di ſoldi 10; ſemid. della puleggia R di ſoldi $2\frac{1}{2}$; puleggia ſuperiore uguale all'inferiore, e facendo le ſperienze in modo, che il peſo P corriſponda alla poſizione verticale della valvula, allora avendo il peſo dell'eſperienza, nella Tavola ſi troverà in faccia, prima l'altezza del fluido $x$, e poi la ſua velocità. Paragonando queſta alla velocità ſuperficiale del Galleggiante, avremo un riſcontro della prima. E ſe il peſo dell'eſperienza avrà delle frazioni di libbre, una ſimil frazione ſi piglierà tralla velocità antecedente, e la ſuſſeguente ſecondo il ſolito.

## *Terzo metodo per dedurre le velocità dalla ſpinta del fluido ſopra un piano, che muoveſi con moto parallelo.*

*Num.* 151. Tanto la Ventola Idraulica, quanto la valvula dianzi deſcritta anno il loro moto angolare, come quello, che ſi fa attorno ad un Aſſe centrale. Ma vi è un altro metodo, di collocar talmente una data ſuperficie in faccia al fluido ſopravvegnente, che il moto di detta ſuperficie ſia ſempre parallelo a ſe medeſimo. Sarà ben fatto il mettere al cimento ancora queſto terzo metodo, che forſe ſarà giovevole in circoſtanze non molto adattate ai due primi metodi. Per concepire una giuſta idea, ſia A B D E una placca di rame, o di ottone, o di figura rettangola, come la rappreſenta la fig. IX., ovvero di figura circolare, come potrebbe farſi. Alle quattro eſtre-

estremità di detta placca, si saldino quattro colonnine di ottone A a, B b, D d, E e, le quali debban passare e sdrucciolare su quattro cannelli piantati nella Tavola G H I L, in modo tale, che la placca non possa fare altro moto, fuori di quello, che sempre si mantenga parallelo a se medesimo. I cannelli piantati ne'quattro punti a, b, d, e, saranno di tal lunghezza, e così ben lavorati, e levigati interiormente, che tal moto parallelo facciasi senza intoppo, e senza sensibil resistenza.

Indi nel centro K della placca si saldi un altro colonnino K O, ed all'estremità O vi sia un occhio, che possa ricevere una funicella di giusta grossezza. Sia piantata in M N una puleggia, che nel suo canaletto scavato sulla sua periferìa possa accogliere detta funicella, per trasmetterla in alto, e fuori dell'acqua in un palco, che sia ben fermo sopra le ripe del Canale. In essi sia collocata una seconda puleggia P p, che porti il peso P, il qual faccia equilibrio colla forza, che il fluido imprimerà alla placca A B D E. In vece del peso vi si potrà collocare una esatta stadera. Anzi assai più commoda sarebbe una staderina fatta a molla spirale, che essendo tratta all'infuora colla forza del fluido, ci potrà manifestare il peso equivalente alla forza della corrente. Così non altra resistenza vi sarà, che quella della puleggia M N, che per diminuire tal resistenza potremo farla del diametro, che più ci aggraderà.

E' assai semplice l'uso di questa terza macchinetta. Poichè facendo il fluido la sua forza perpendicolare sulla placca, essa col suo colonnino centrale tenderà ad accostarsi alla Tavoletta G H I L. Onde allora la funicella attaccata in O si allungherà, ed in tale allungamento farà girare la puleggia M N,

la

la quale comunicherà il suo moto all'altra superiore Pp, e siccome al moto di questa resiste il peso attaccato P, esso potrà tanto aumentarsi, finchè equilibrandosi colla forza opposta del fluido, si ha il moto della placca, giacchè dandosi l'equilibrio in tal caso, il suo moto deve cessare. Dal valore del peso P si potrà adunque venire in cognizione della forza della corrente, e da questa della velocità, che si domanda.

Non sarà meno semplice la Teoria per dedurre la velocità; Poichè nel caso, che i semidiametri delle due puleggie siano uguali, il peso P sarà uguale alla somma della forza del fluido, e delle resistenze. Onde tolte queste, resterà il peso ridotto. E così data la superficie della placca, si dedurrà al solito il valore di $x$, e poi col solito Logaritmo il valore della velocità.

Io ho rappresentati i quattro colonnini di lunghezza eccessiva, per far vedere la figura interna della macchinetta, ma realmente la loro lunghezza serve che sia di soli tre soldi.

La placca nelle ordinarie sperienze potrà farsi di un mezzo braccio in quadro, che sarà di soldi ⊡ 100. Ma si farà maggiore nelle esperienze più delicate. In vece di funicella, che è soggetta agli allungamenti, ed alle contrazioni, si potrà adoperare una catenuzza di maglie d'ottone bene intessuta. Tralascio altre precauzioni, che sovvengono facilmente ad un genio meccanico.

Uso

### *Uso della terza macchinetta per la misura del viaggio Marittimo.*

*Num.* 152. In rapporto a questa terza macchinetta Idraulica, mi sia permessa una digressione. Io son persuaso, che di tutti i mezzi Meccanici, che sono stati immaginati fin'ora, il più adattato per conoscere la velocità colla quale cammina un Vascello, sia appunto questa macchinetta, purchè sia bene adattata, e ben corredata con ogni destrezza dell'artefice. Poichè essa può stare a qualunque profondità del Vascello. Niente importa, che questo pieghi colle sue Vele, giacchè il fluido urterà nella placca, o essa sia, o in una posizione, o in un altra, purchè sia verticale il suo piano. E se ancora questo sia al quanto obliquo, la variazione è assai tenue. La Prua del Bastimento va sempre ad urtare nel fluido, e le sue spume dimostrano la sua altezza relativa alla velocità. Ma finora questo rigonfiamento di onde, e di spume Marine è stato inutile. Applicandosi la presente macchinetta, ed osservando in un piano elevato della Prua il peso equivalente all'impressione del Vascello sul' Mare, esso ne additerà la velocità della medesima.

Il Lok, che si adopera è una misura troppo fallace del viaggio del Vascello.

Il Sifone del Pitot non è in alcun conto praticabile in qualunque ondeggiamento.

Il Quadrante Idraulico soffre le stesse difficoltà.

La Ventola Idraulica, e la valvula, non reggono neppur esse all'ondeggiamento del Mare.

Que-

Questo però qualunque siasi, la Prua del Vascello corre sempre immersa nel fluido sino ad un certo punto. Se a tal punto si accomodi la Placca Idraulica, essa sarà sempre urtata dalle acque. Il loro ondeggiamento fa un oscillazione nella forza, e nel peso, ma di tale oscillazione ne potremo sempre osservare il centro, o il punto intermedio senza grande errore.

Quando il Bastimento oltre al moto diretto che è parallelo alla Chiglia, avesse un moto laterale con un'altra Placca presentata al fianco del Bastimento, potrà aversi una qualche misura di questo moto, la quale combinandola col primo, potrà darci la Diagonale del Parallelogrammo, che rappresenti co'suoi lati i detti due moti; E combinando insieme l'angolo di tal Diagonale co'cerchj paralleli, o co'Meridiani locali, si determina ugualmente il punto della latitudine, e longitudine Geografica, sul quale trovasi il Vascello in un dato tempo.

Non possono abbastanza commendarsi gli sforzi degli Astronomi, e de' Meccanici fatti fin' ora per determinare il punto del viaggio Marittimo di un Vascello.

*Num.* 153. A tre riduconsi i metodi tentati finora. Il primo consiste nelle osservazioni Astronomiche, o de'Satelliti Gioviali, o delle distanze delle Stelle fisse dagli orli Lunari. Le osservazioni de'Satelliti spesso mancano, perchè ne'tempi opportuni i detti Pianeti non son visibili sopra un dato Orizzonte, spesso le caligini, ed i nuvoli ne sottraggono l'aspetto dal Nocchiere. Quasi lo stesso può dirsi delle osservazioni Lunari. Le Tavole de'Satelliti, e della Luna, che è il nostro Satellite, non son ancora ridotte alla perfezione necessaria.

Esigono tali osservazioni un mezzo Astronomo, e non so, se tanti se ne troveranno in tante migliaja di Bastimenti, che

navigano su Mari del nostro Globo. Si rintracciano ancora gli ordegni, e strumenti adattati a tale impresa, e sospesi talmente, che l'osservatore sia in grado di bene osservare. Tutti questi riflessi mi fanno dubitare, se una volta si giugnerà coll' Astronomia a dare a' Nocchieri una regola a tutti adattata, per conoscere la posizione de' loro Vascelli.

*Num.* 154. Il secondo metodo consiste nella giusta misura del tempo, per cui tanto si è studiato, e si studia sugli Oriuoli detti delle *Longitudini*. Non son piccoli i progressi di questo metodo, e di queste macchine in pochi anni di tempo, ne' quali gli eccellenti Meccanici Harisson, le Roi, Bertoud, ed altri hanno fatti grandi avviamenti nell'esattezza di tali macchine. Esse stanno ancora sotto l'esame, e quando uno, o due eccellenti Artefici posson giugnere ad una giusta esattezza, non si sa se gli Artefici mediocri siano capaci di eseguirle, senza di che non potrebbe aversi quella quantità di macchine necessarie alla marina de' Regni, e delle Nazioni commercianti. Oltre di che, con tali macchine noi non abbiamo altra misura che quella della longitudine. La latitudine, che pur essa è indispensabile dobbiamo ripeterla dalle osservazioni celesti. E benchè queste latitudini nel suo genere sieno assai più facili delle longitudini, pure qualche errore s'insinua nella stima del Mezzogiorno, e delle declinazioni Solari.

Se l'aspetto libero del Cielo sia sottratto al Nocchiere per qualche giorno, egli non ha modo di supplire all'elemento delle latitudini, e così la misura del tempo, benchè meno erronea, non determina il punto del suo viaggio.

*Num.* 155. Le velocità de' Vascelli, nelle quali consiste il terzo metodo, possono sempre osservarsi a qualunque tempo

oscu-

oscuro, e nuvoloso. Il Rombo, sul quale essi navigano ci vien palesato dalla Bussola. Onde perfezionando questo metodo, che è facilissimo a tutti i Nocchieri, e che sempre è nelle loro mani, potremo sperare di giugnere all'intento del Problema Nautico, con maggior generalità, e semplicità.

Io non intendo di derogar punto agli altri due metodi, ma intendo solo, che mentre con tanto dispendio, e con tanti sforzi dell'umano talento, procurasi di avanzare il metodo Astronomico, e l'altro Meccanico sulle longitudini, non si tralasci il terzo metodo pur Meccanico, consistente nelle migliori macchine, e compensi per ottenere la velocità del Vascello, ed il Rombo, sul quale esso viaggia. Con tali due Elementi, senza alcuna osservazione Astronomica, potranno i Nocchieri determinare nelle loro Carte Marine il punto dove trovasi il loro Bastimento, il qual punto unisce insieme la misura della latitudine, e longitudine Geografica. Intendo di persuadere, che questo terzo metodo è suscettibile di ulterior precisione, non meno de' primi due. Ed ardisco ancora sperare, che quando gli stessi premj, e ricompense, e le stesse somme di danaro siano impiegate per questo terzo metodo, forse esso, almeno per la sua generalità, e per la facilità possa esser prescelto sopra i primi due.

### *Nuove avvertenze per meglio adattare la Lamina Idraulica all'uso del viaggio Marittimo.*

*Num.* 156. La perfezione di tutte l'idee meccaniche consiste assaissimo nel bene, e commodamente adattarle alle circostanze, e perciò avendo io parlato dell'applicazione al viaggio

Marittimo, credo ben fatto di avvertire parecchie riduzioni alla Placca per adattarla a Baſtimenti.

E primieramente a tal'effetto ſceglierei la figura circolare del diametro almeno di ſoldi 10, il quale potrà ingrandirſi, ſe tornerà bene in qualunque maggior proporzione.

In vece de' peſi, che colle loro oſcillazioni ne' gran moti del Baſtimento farebbono una non piccola difficoltà, pianterei in quattro punti della placca circolare quattro molle ſpirali maeſtrevolmente lavorate, e di uguali groſſezze, e reſiſtenze, le quali circondando le colonnette, doveſſero riſtringerſi, e ſerrarſi all'impulſi del Baſtimento, cioè alle reſpettive forze del fluido Marino.

Accoſtandoſi adunque la Placca circolare tanto più alla Tavola pur circolare, che la ſoſtiene, quanto è maggiore la celerità del Vaſcello, potremo attaccare nel centro della placca nella ſua interior ſuperficie la catenuzza di ottone, che paſſaſſe per la puleggia, e di là rivoltaſſe il moto all'insù, per paſſare in un cilindretto, ed avvolgerſi al medeſimo. Nel ſerrarſi, o allentarſi le ſpirali, tal cilindretto ſi rivolgerebbe all' innanzi, o all'indietro. Se adunque al ſuo Aſſe ſi accomodi una lancetta, ed a queſta corriſponda una faſcia circolare diviſa in 100, o più parti, il viaggio della detta lancetta indicherà il riſtringimento, o dilatazione delle molle ſpirali, e perciò le forze da eſſe impiegate in tali azioni. Se la placca inferiore ſi uniſca coll' indice ſuperiore per mezzo di un aſta quadrata di giuſta lunghezza, e ſe tal aſta ſi accomodi alla Prua del Vaſcello in una traccia verticale a ſeconda di eſſa, ſi potrà la macchinetta abbaſſare più, o meno nella ſuperficie del Mare, ſecondo la maggiore, o minore altezza del Baſtimento.

Quan-

Quando la Placca farà ſtabilmente tuffata nel Mare, colla reſiſtenza, che il fluido farà, comprimerà le molle ſpirali, e tal compreſſione farà eſattamente miſurata nel cerchio ſuperiore col mezzo della ſua lancetta, alla quale in una Tavoletta appoſta calcolata, corriſponderà la velocità del Baſtimento in quella data compreſſione.

E ſe dalla Prua vorrà traſportarſi queſto nuovo Lok alla banda del Baſtimento oppoſta alla direzione del vento laterale, collocando ancor ivi la traccia regolatrice per farvi correr l'aſta della Placca, indicherà così il moto laterale, che col moto diretto ci darà la diagonale del moto compoſto. Nella fig. X. vien rappreſentata la macchinetta applicata alla Prua di un Baſtimento.

In eſſa i quattro colonnini circondati colle molle ſpirali, ſono A a, B b, C c, D d; Al centro K è attaccata la catenuzza K R, la quale paſſa per la puleggia R V.

S T farà l'aſta quadrata di legno, che s'incanala in una traccia ſcavata ſulla Prua del Baſtimento F E. Alla ſuperiore eſtremità dell'aſta vi è attaccata la moſtra delle velocità T I M L, colle ſue diviſioni, che faranno indicate dalla lancetta L I, che è concentrica al cilindretto G, che riceve il moto dall'inferior puleggia.

Prima di adoperare queſta macchinetta in Mare, ſi miſura la forza delle molle ſpirali, facendole grado per grado comprimere a forza di un peſo, che farà equivalente alla forza del fluido, e dependentemente da diverſi peſi, ſi ſegnano le diviſioni nella moſtra delle velocità, le quali faranno inuguali, cioè minori nelle maggiori velocità. Quando la moſtra farà così graduata, allora ſe ne fanno le prove in Mare.

Eſſen-

Essendo le acque Marine di maggiore specifica gravità, che le piovane, a motivo della loro salsedine, il peso P della solita formola sarà maggiore di libbre 575, ma tal numero dovrà accrescersi nella ragione del 40 : 41, che è la comune proporzione delle specifiche gravità dell'acqua piovana all'acqua del Mare. E se vi sono de' Mari (come realmente accade) ne' quali tal proporzione è maggiore, o minore, potrà fissarsi la specifica gravità coll'immediata esperienza.

### *In qual modo la Ventola Idraulica può servire per la stima del viaggio Marittimo.*

*Num.* 157. L'uso della Ventola Idraulica alla superficie del Mare, ed alla Prua del Bastimento non è praticabile per il grande ondeggiamento del Mare, e per l'oscillazione del Bastimento. Ma mi pare, che così non debba succedere, quando essa sia collocata sotto il centro del Bastimento, e sotto la Nave medesima. Non vi è punto in tutto il Vascello, fuorchè quello del suo centro di gravità, dove il movimento, e l'oscillazione sia minore. Inoltre sotto il Bastimento non vi son certamente gli ondeggiamenti de' flutti vicini alla superficie. Per la qual cosa potrebbe tentarsi di collocare la Ventola H h p P sotto la Nave nel punto, che corrisponde alla verticale del centro di gravità. Può piantarsi solidamente alla Chiglia un bracciuolo Q P, che col suo rallino riceva il pernio dell'albero. L'albero si fa passare dentro il Bastimento, ben difeso da un concavo cilindrico escavato in un dirittissimo pino, all'uso delle Trombe Marine. Un tal cilindro di pino impedisce il passaggio delle acque dentro la Nave, giacchè essendo esso ben

ben commesso col fondo del Bastimento, e con esso calafatato, e facendosi la sua lunghezza PX superiore alla superficie del Mare, resterà nel suo interior Nucleo racchiusa l'acqua del Mare, ed insieme l'Albero della Ventola. Nell'estremità superiore di questo si colloca il suo pernio, e concentrico ad esso un arco circolare XZ, col suo Canaletto nell'esterior circonferenza.

Si adatta alla stessa altezza una di quelle Stadere, che son formate a molla spirale OQ, ed avvolgendo una funicella al menzionato Canaletto, essa si porta all'uncino di detta Stadera, tirando tanto la funicella, che la Ventola sia nella direzione perpendicolare alla direzione del Bastimento. E siccome essa in tale stato risente l'urto perpendicolare del fluido, di tal urto essa ne dà ragguaglio colla Stadera elastica, la quale mostrerà i pesi maggiori nelle maggiori velocità, ed i minori nelle minori.

Tali pesi si riducono al solito secondo le Teorìe della Ventola, e si avranno le velocità del Bastimento, come nell' Articolo I.

Mi servirà di aver accennato tal Meccanismo, e quando con essa si pervenisse alla stima della celerità con quella precisione delle mie sperienze, molte delle quali non contengono l'errore di una parte cinquantesima, sessagesima, ed ancora centesima della vera velocità, questo non sarebbe un piccol guadagno, giacchè troppo maggiori sono gli errori de' metodi ordinarj.

Fatte l'esperienze con detta Ventola, essa si abbandona a se medesima, e così giacerà addosso alla Chiglia a seconda della direzione del Bastimento, e del suo viaggio.

Trop-

Troppo vi vorrebbe per annoverare, e ſpiegare le più particolari diligenze, che vi biſognerebbe per la perfetta riuſcita, ma ſervirà l'idea generale, affinchè i Meccanici dell' Architettura Nautica ſuppliſcano al rimanente.

Non potendoſi il preſente meccaniſmo ben rappreſentare dentro il corpo del Baſtimento dalla fig. X., ho procurato di eſprimerlo meglio nella fig. XVII., nella quale con maggior proporzione viene eſpreſſa la Ventola, l'albero, la puleggia, il ſemicircolo graduato, e finalmente la Stadera elaſtica, che dee miſurare l'impulſo del fluido.

Mi giova finalmente avvertire, che il piano della Chiglia eſpoſto alle acque del Mare è ordinariamente di tale altezza, che ſupera i ſoldi 10. della Ventola. Onde il ſuo bracciuolo, e la Ventola ſteſſa non dovrà ſporgere più in giù di quello, che fa la Chiglia ordinaria del Baſtimento, che è coſa aſſai utile, per ben conſervare la Ventola, che vuol farſi di laſtra di rame di ſoldi 10. di altezza, e no di lunghezza, che così eſſa ſarà ſenſibiliſſima per indicare le più piccole velocità, e loro frazioni.

*Num.* 158. Prima di paſſare all'altro Articolo non ometterò, che potrebbono inſieme combinarſi le due idee applicate alla miſura del viaggio Marittimo, riunendole in una ſola, che forſe ſarebbe più giovevole all'intento. Potrebbe adunque ſotto la carena del Baſtimento accomodarſi un Canale quadrato di tavoloni di quercia, che foſſe così ben commeſſo ſul fondo della carena, e ſi ben calafatato in tutta la ſua altezza ſopra il livello del Mare, che tal Canale aveſſe internamente la comunicazione libera colle acque del Mare. Ma eſternamente niente comunicaſſe col Baſtimento, facendo tal Canale

di

di figura quadrata, e di lato maggiore di foldi 10, ci fomministra il vantaggio di poter calare ful fondo del Mare la prima macchinetta ABCD, per fare le opportune fperienze delle velocità, e poi ritirarla all'insù colla fua Afta già defcritta. Potrebbe la fteffa Placca voltarfi per efaminare il moto laterale del Baftimento, o a deftra, o a finiftra. Effa non farebbe obbligata, come la Ventola a ftar fempre ful fondo del Vafcello, ma fatte le opportune fperienze, potrebbe metterfi fuori dell' acqua, e racconciarfi, quando ne veniffe il bifogno.

E' vero che quefto concetto efige nel Vafcello il lavoro del Canale di quercia dalla carena fino al fecondo Ponte, che forfe imbroglierebbe i foliti coftruttori, ma egli è altresì innegabile, che effendo quefto il mezzo per mifurare il moto del Baftimento con ofcillazioni molto minori, che verfo la fuperficie del Mare, e che effendo quefta ricerca di una indicibile utilità per la fieurezza de' Baftimenti, non va tralafciata nè fpefa, nè diligenza per tentare ancor quefto metodo.

## ARTICOLO III.

*Se un ostacolo di costante superficie sia percosso dal fluido con velocità costante, ricercasi se le forze vive del fluido, o le resistenze del solido collocato a diversi angoli di obliquità debbano valutarsi nella ragion semplice, o nella duplicata de' Seni di detti Angoli.*

*Num.* 159. E' Stato dimostrato nell' Articolo I., e II. del presente libro come debbano stimarsi le forze del fluido applicato con direzione perpendicolare alla superficie dell' ostacolo, ed in conseguenza qual debba esser la resistenza di questo, per resistere alle forze delle acque. La Teorìa, e l'esperienza in questa parte sono d'accordo, giacchè tanto la prima, che la seconda valutano tali resistenze col peso dello stesso fluido, che abbia per base la superficie dell' ostacolo, e per altezza quella, che nasce dalla velocità dello stesso fluido, cioè quella, che è necessaria per generare tal velocità.

Ma importa assaissimo il valutar le forze, e le respettive resistenze dell' ostacolo, quando esso si oppone alla corrente con obliqua direzione. Anzi questo è il caso più ordinario delle resistenze, che si collocano sulle ripe de' nostri Fiumi per impedirne le corrosioni, e le rovine delle adiacenti Campagne. Poichè si scansa, e si deve scansare la maggior energia del Fiume, tagliando la sua forza con quell' obliquità di lavori, che si confà colle attuali circostanze, e giro delle ripe.

Prima

Prima di produrre le numerose sperienze da me fatte, per determinare il vero operare della natura ne' nostri Fiumi, e Canali, sarà necessario di premettere i principj Meccanici sopra tal parte d'Idrodinamica.

*Num.* 160. Sia in primo luogo un globuletto G (fig. XI.) di que' piccolissimi, de' quali si concepisce composta una qualunque massa di fluido, il quale percuota un ostacolo, ora al punto A con direzione perpendicolare all'ostacolo C P, ora sul punto B sull'ostacolo obliquo C H, ed ora sul punto D dell' altra obliquità C I. E' manifesto, che mantenendosi costante il detto globuletto, la sua percossa perpendicolare si esprime col seno totale C P, che è il semidiametro dell'ostacolo, che va pigliando diversi angoli attorno al centro comune C, e che percuotendo esso l'ostacolo obliquo C H, C I, ec. la sua energia dee stimarsi col seno C E, C F ec. Questi sono i seni degli angoli C H E, C I F, che sono i cosseni degli angoli H C P, I C P obliquità dell'ostacolo. La ragione, che se ne apporta è appoggiata alla solita legge Meccanica intorno alla decomposizione de' moti. Poichè si pigli una linea qualunque D N nella direzione del globuletto, e dal punto N si concepisca la normale N H alla superficie dell'ostacolo. La diagonale D N ci esprimerà la forza del globulo, quando percuote perpendicolarmente l'ostacolo, il lato N H ci rappresenta il lato, o la porzion di forza perpendicolare all'ostacolo obliquo, ed il lato D H ci palesa la forza parallela all'ostacolo. Ma questa nulla agisce contro il medesimo, onde la sola forza che opera sarà espressa dal lato N H, seno dell'angolo H D N, uguale all'angolo C I F coseno dell'angolo dell'obliquità. Indi dunque ha origine il Teorema Meccanico di un solido di massa costan-

 te,

te, che urta un ostacolo con data obliquità, cioè, che le sue forze siano in ragion diretta de' coseni degli angoli di obliquità.

Tale è all'incirca il raziocinio di quegli Autori, che nei loro computi si vagliono del detto Teorema. Del medesimo si prevale il Sig. 's Gravesande ne' suoi Elementi della Fisica, e specialmente nel suo Libro III Cap. XV. N.° 1885. dove parla della resistenza, che soffrono i corpi mossi ne' fluidi. Si oppone a tal sentimento il Sig. D'Alembert (*a*), il quale impugna la dimostrazione del Sig. 's Gravesande, intorno alla respettiva resistenza de' globi, e de' cilindri dello stesso diametro. Una tal proporzione comunemente si fa da Geometri, e specialmente dall'Eulero, e dallo stesso D'Alembert, nella ragione del 1. al 2., e secondo i principj del Sig. 's Gravesande sarebbe nella ragione del 2. al 3. Un tal divario nasce, perchè i primi Autori suppongono l'azione del fluido in ragion composta del lato della curva, e del quadrato del seno d'incidenza, ed al contrario il Sig. 's Gravesande adopera il semplice seno di detta incidenza. Per altro è ben da notarsi, che non solo la Teorìa del Sig. 's Gravesande, ma eziandio le numerose sue sperienze provano la proporzione del 2. al 3. tra la resistenza del globo, e del cilindro, e perciò dette sperienze proverebbero, che il Teorema de' semplici seni corrispondesse alla prova degli esperimenti. Realmente però un tal Teorema non corrisponde ad altre sperienze, come si dirà.

Benchè alcuna volta si dica, che le forze sieguano la ragione de' seni degli angoli di obliquità, pure per parlare con maggior rigore, l'angolo dell'obliquità dee dirsi l'angolo centrale

(*a*) Alla pag. 87. nel suo Opuscolo Essai d'une Nouvelle Théorie de la resistance des fluides.

trale HCP, e non già l' angolo CHE, che regola i feni CE, CF ec.

*Num.* 161. Or fe fi abbia in confiderazione non già un globuletto G, ma una ferie di globuletti uguali difpofti per tutta la linea cp, il numero de' medefimi non farà coftante, ma farà il maffimo, quando l' oftacolo è nella direzione perpendicolare CP, ma nelle altre oblique direzioni CH, CI ec. Tirando le linee parallele He, If ec. il loro numero anderà fcemando a mifura, che colle maggiori obliquità fcemano i globuletti che fi troveranno in ce, in cf ec. Indi è che la maffa di tutti i globuletti, che vanno percuotendo l'oftacolo obliquo, tanto più fcemano, quanto più crefce l' obliquità, e ficcome la loro diminuzione fiegue la ragione de' cofeni degli angoli di obliquità, ne viene in confeguenza, che la percoffa, che riceve tutto l' oftacolo obliquo, per efempio CH, farà in ragion duplicata de' cofeni di detti angoli, giacchè per l' obliquità della percoffa, ciafcuno di effi imprime la fua forza nella ragione de' cofeni, ed il fuo numero è nella fteffa ragione. Onde valutandofi la forza in ragion compofta dalla maffa, e dal cofeno dell' angolo obliquo, ne nafcerebbe la ragion duplicata.

Le linee cp, cf fono come ognun fa le larghezze delle Sezioni di un Fiume. Onde fcemando tali larghezze, e le forze del fluido percuotendo obliquamente, ne verrebbe la fteffa ragion duplicata.

*Num.* 162. Così parrebbe a prima vifta, e tal' è l' opinione di riguardevoli Scrittori (*a*) ma efaminando più profondamente

(*a*) Veggafi la Fifica del Sig. Abate de Sauvy al Tom. I. pag. 242. Il Sig. D'Alembert nel citato Opufcolo alla pag. 89. come pure il Sig. Eulero nella fua Teorìa della Coftruzione, e maneggio de' Baftimenti Parte II. Cap. I. §. VI.

mente la cofa, effa va altrimenti. Il tutto dipende dalla natura del fluido, il quale è compofto di un numero quafi infinito di globuletti piccoliffimi, che non lafciano intervallo tra l'uno, e l'altro, come lo lafciano i globuletti di fenfibili diametri, quando effi percuotono full'oftacolo obliquo CI. In quefto per così dire i globuli riempiono, e toccano tutta la linea CI, e fono in maggior numero nella ragione della linea, o fia cofeno CF, alla linea obliqua CI. Onde fu tal linea obliqua il numero de' globuletti percuzienti crefce nella ragione della CF, alla CI, e l'attività de' medefimi diminuifce nella ragione della CI, alla CF. Onde la forza, che i globuletti fanno fulla CI è compofta della diretta, e della reciproca della CI, alla CF. E perciò la fteffa forza fi eferciterà con direzione obliqua full'obliquità CI, che è con direzione perpendicolare ful cofeno CF, cioè le forze faranno, come i cofeni degli angoli di obliquità. Per rendere la cofa più fenfibile fi concepifca il piano obliquo CI divifo in infiniti pianetti verticali m n, n n, o o ec. diftanti colle refpettive Orizzontali. E' evidente, che la fomma di tutti quefti pianetti è uguale al piano, o cofeno CF. Non è meno evidente, che il fluido percuoterà perpendicolarmente ciafcuno di quefti pianetti. Onde la fomma di tali percoffe uguaglierà le percoffe pur perpendicolari del cofeno CF, ed in confeguenza la forza, che eferciterà il fluido ful cofeno CF farà uguale alla forza colla quale urtano il piano obliquo, confiderando gli voti in un fenfo perpendicolare all'obliquità. Quefta fembra la più giufta Teorìa delle forze del fluido, e refiftenza del folido obliquamente collocato alla corrente delle acque. Val però tal idea ogni volta, che il fluido non imprimeffe full'oftacolo altri moti

ti

ti fuorchè la ſola percoſſa. Ma realmente i moti del fluido ſon tanto diverſi, e tanto compoſti agli occhi di chi ne oſſerva attentamente i fenomeni, che rendeſi ancor dubbioſa la Teorìa. La qual ſarebbe veriſſima, ſe il fluido dopo la percoſſa reſtaſſe, per così dire annientato. Ma eſſo ſempre ſuſſiſte, ed impreſſa la ſua forza ſull'oſtacolo obliquo, convien che lungo eſſo traſcorra, e dietro al medeſimo ſi aggiri vorticoſo, per dar luogo alle acque ſopravegnenti. Sia un oſtacolo qualunque obliquo, che riceva le percoſſe delle acque correnti. Si oſſervano attorno al medeſimo i ſeguenti curioſi fenomeni. Primieramente vi è una corrente, che dal lato BC ſi porta verſo il lato eſteriore AD. In ſecondo luogo dietro a tali lati il moto diretto volgeſi in vorticoſo, formandoſi due vortici dietro all' oſtacolo dietro al ſuo lato ſuperiore, come Bbb, ed un ſecondo dietro all'oſtacolo eſteriore, come Aaaa.

*Num.* 163. Inoltre le acque, che ſi portano all'oſtacolo lo percuotono con linee curve Mmm', Nnn', non potendo mai i fili delle acque formare angoli. E tali curve, quanto più ſi allontanano dall'oſtacolo, tanto più raddolciſcano, ed addirizzano le loro curvità. Qual ſia il riſultato di tutti queſti moti, o curvilinei, o vorticoſi, o paralleli all'oſtacolo, non vi è Meccanica, che poſſa dimoſtrarlo, e perciò in tal Teorema delle forze applicate agli oſtacoli obliqui, io non credo, che altro vi ſia, che l'eſperienza, che poſſa deciderlo.

*Num.* 164 Aſſai più regolari ſono le percoſſe perpendicolari. Poichè il fluido, che agiſce con tal direzione, impreſſo che abbia il ſuo moto, ſcappa per tutte le parti ugualmente. E ſi fa una corrente, per dir così bilanciata a deſtra, ed a ſiniſtra, al di ſopra, e al di ſotto del centro di gravità. Indi

è che

è che la maniera di operare del fluido non si scosta gran fatto dalla Teoria. E se alquanto se ne allontana, ciò accade nel medesimo senso, che nelle oblique percosse, come si vedrà.

*Num.* 165. Per discendere ora all'esame delle sperienze, e de' loro risultati, convien trascegliere il miglior metodo, per fare il debito paragone tra la Teorìa, e l'esperienza. Mi è sembrato il più chiaro quello di andar calcolando Serie per Serie il vero peso, che occorrerebbe a ciascun angolo di obliquità osservata coll'esposta Teorìa delle forze proporzionali a Coseni delle obliquità. Poichè paragonando il peso così dedotto con quello dell'esperienza, potremo indi dedurne le opportune conseguenze.

Dedurremo il peso della Teorìa, facendo la seguente Analogia. Come il seno totale, al seno dell'angolo osservato, così il peso totale al quarto termine, che ci paleserà il peso della menzionata Teorìa.

*Num.* 166. E perchè il principio della divisione, dalla quale incomincia la misura degli angoli non può essere il o, per la difficoltà di collocare su di esso il Quadrante, o semicircolo del Castello, converrà ridurre ciascun angolo di misura media, detraendone quello che il Quadrante mostra, quando la Ventola si lascia libera a se medesima, come si fa in ogni Serie all'Esperienza I. Poichè quella è la vera direzione della corrente. Incominciando da tal direzione a misurare gli angoli delle successive sperienze, ad esse va sottratto costantemente il primo arco del Quadrante, che è di soprappiù al principio della vera divisione.

*Num.* 167. Non altra riduzione occorrerà nelle presenti sperienze. Poichè la riduzione del peso osservato al peso riportato

tato alla Ventola non è neceſſaria trattandoſi quì della ſola proporzione. Per la ſteſſa ragione è inutile la riduzione per le reſiſtenze, e qualunque altra. Dall'altra parte i peſi dell'immediata eſperienza troppo ſon più grandi de' peſi ridotti, e così ci gioveranno per una maggior preciſione nelle frazioni.

Nelle ſperienze fatte ſul Canal del Lago di Caſtiglione ſei ſono le Serie, che ſono ſtate fatte per la queſtione preſente con diverſe velocità del fluido, come ci paleſa la differenza de' peſi totali, ne' quali il maggiore è ſtato di libbre 30, ed il minore di 13. Onde ſecondo tali ſei claſſi d'eſperienze formerò tante Tavole, ſulle quali ſaranno regiſtrati, in primo luogo i numeri dell'eſperienze. In ſecondo luogo gli angoli oſſervati. In terzo luogo i ſeni di detti angoli. In quarto luogo i peſi, che vengono calcolati coll'Ipoteſi della ragion ſemplice de' ſeni. In quinto luogo i peſi dell'eſperienze in libbre, e centeſime. E finalmente le differenze o di eccesso, o di difetto che ſi trovano tra le ſperienze, e la detta Teorìa.

## *Tavola I.*

Num. 168. ***Prima classe di esperienze fatte al Lago di Castiglione . Peso totale libbre*** 30. ***come al Libro I. N.° 8.***

Nell' Esp. I. il principio della divisione versava tra gradi 8. e 12. Arco medio di gradi 10.

| *Numero delle Sperienze* | *Angoli medj corretti Gradi . Min.* | *Seni di detti Angoli Seno totale di 1000.* | *Pesi dedotti colla Teoria Lib. Cent.* | *Pesi osservati Lib. Cent.* | *Differenze Lib. Cent.* |
|---|---|---|---|---|---|
| II. | 10. 00. | 173. | 5. 19. | 4. 66. | — 0. 53. |
| III. | 18. 15. | 313. | 9. 39. | 8. 66. | — 0. 73. |
| IV. | 25. 37. | 432. | 12. 96. | 12. 66. | — 0. 30. |
| V. | 34. 22. | 564. | 16. 92. | 16. 66. | — 0. 32. |
| VI. | 39. 45. | 639. | 19. 17. | 20. 66. | + 1. 49. |
| VII. | 49. 00. | 754. | 22. 62. | 24. 66. | + 2. 04. |
| VIII. | 71. 00. | 945. | 28. 35. | 28. 66. | + 0. 31. |

Ta-

## Tavola II.

Num 169. *Seconda classe di sperienze fatte al Lago di Castiglione. Peso totale libbre 25.66., come al Libro I. N.° 9.*

Nell'Esp. I. Il principio della divisione versava tra gradi 8. e 13. Arco medio di gradi 10. 30′.

| Numero della Sperienze | Angoli medj corretti Gradi. Min. | Seni di detti Angoli Seno totale di 1000. | Pesi dedotti colla Teoria Lib. Cent. | Pesi osservati Lib. Cent. | Differenze Lib. Cent. |
|---|---|---|---|---|---|
| II. | 12. 45. | 220. | 5. 64. | 4. 66. | — 0. 98. |
| III. | 21. 30. | 366. | 9. 39. | 8. 66. | — 0. 63. |
| IV. | 28. 00. | 469. | 12. 03. | 12. 66. | +— 0. 63. |
| V. | 35. 15. | 577. | 14. 80. | 16. 66. | +— 1. 86. |
| VI. | 41. 15. | 659. | 16. 90. | 20. 66. | +— 3. 66. |
| VII. | 70. 00. | 939. | 24. 09. | 24. 66. | +— 0. 57. |

## *Tavola III.*

Num. 170. *Terza classe di sperienze fatte al Lago di Castiglione. Peso totale libbre* 19., *come al Lib. I. N.°* 11.

Nell'Esp. I. Il principio della divisione versava tra gradi 17. e 13. Arco medio di gradi 15.

| *Numero delle Sperienze* | *Angoli medj corretti* Gradi. Min. | *Seni di detti Angoli* Seno totale di 1000. | *Pesi dedotti colla Teoria* Lib. Cent. | *Pesi osservati* Lib. Cent. | *Differenze* Lib. Cent. |
|---|---|---|---|---|---|
| II. | 5. 00. | 87. | 1. 65. | 2. 00. | + 0. 35. |
| III. | 10. 00. | 173. | 3. 28. | 4. 00. | + 0. 72. |
| IV. | 13. 30. | 233. | 4. 32. | 6. 00. | + 1. 68. |
| V. | 19. 15. | 329. | 6. 25. | 8. 00. | + 1. 75. |
| VI. | 23. 30. | 398. | 7. 56. | 10. 00. | + 2. 44. |
| VII. | 29. 30. | 492. | 8. 54. | 12. 00. | + 3. 46. |
| VIII. | 34. 30. | 566. | 10. 75. | 16. 00. | + 3. 25. |
| IX. | 45. 00. | 707. | 14. 34. | 16. 00. | + 1. 66. |
| X. | 48. 22. | 747. | 14. 19. | 17. 00. | + 2. 81. |
| XI. | 53. 30. | 803. | 15. 25. | 18. 00. | + 2. 75. |

Ta-

*Tavola IV.*

Num. 171. *Quarta classe di esperienze fatte al Lago di Castiglione. Peso totale libbre* 17. 66. *cent. come al Libro I. N.°* 12.

Nell'Esp. I. Il principio della divisione versava tra gradi 13. e 17. Arco medio di gradi 15.

| *Numero delle Sperienze* | *Angoli medj corretti Gradi. Min.* | *Seni di detti Angoli Seno totale di 1000.* | *Pesi dedotti colla Teoria Lib. Cent.* | *Pesi osservati Lib. Cent.* | *Differenze Lib. Cent.* |
|---|---|---|---|---|---|
| II. | 4. 45. | 83. | 1. 46. | 2. 00. | + 0. 54. |
| III. | 10. 52. | 188. | 3. 32. | 4. 00. | + 0. 68. |
| IV. | 16. 15. | 279. | 4. 92. | 6. 00. | + 1. 08. |
| V. | 21. 30. | 366. | 6. 46. | 8. 00. | + 1. 54. |
| VI. | 27. 30. | 461. | 8. 16. | 10. 00. | + 1. 84. |
| VII. | 31. 15. | 518. | 9. 16. | 12. 00. | + 2. 84. |
| VIII. | 37. 52. | 615. | 10. 89. | 14. 00. | + 3. 11. |
| IX. | 44. 15. | 697. | 12. 33. | 15. 00. | + 2. 67. |
| X. | 55. 45. | 826. | 14. 62. | 16. 00. | + 1. 38. |
| XI. | 58. 00. | 848. | 15. 00. | 16. 00. | + 1. 50. |
| XII. | 73. 15. | 957. | 16. 93. | 16. 83. | — 0. 10. |
| XIII. | 86. 30. | 998. | 17. 66. | 17. 10. | — 0. 56. |

Ta-

## *Tavola V.*

Num. 172. *Quinta classe di sperienze fatte al Lago di Castiglione. Peso totale libbre* 13. 50. *cent. come al Libro I. N.°* 22.

Nell'Esp. I. Il principio della divisione versava tra gradi 11. e 16. Arco medio di gradi 13. e 30′.

| *Numero delle Sperienze* | *Angoli medj corretti* Gradi . Min. | *Seni di detti Angoli* Seno totale di 1000. | *Pesi dedotti colla Teoria* Lib. Cent. | *Pesi osservati* Lib. Cent. | *Differenze* Lib. Cent. |
|---|---|---|---|---|---|
| II. | 7. 30. | 130. | 1. 75. | 2. 00. | + 0. 25. |
| III. | 14. 45. | 254. | 3. 43. | 4. 00. | + 0. 57. |
| IV. | 21. 15. | 362. | 4. 89. | 6. 00. | + 1. 11. |
| V. | 29. 00. | 484. | 6. 53. | 8. 00. | + 1. 47. |
| VI. | 41. 00. | 656. | 8. 85. | 10. 00. | + 1. 15. |
| VII. | 50. 37. | 772. | 10. 42. | 12. 00. | + 1. 58. |
| VIII. | 83. 00. | 992. | 13. 39. | 13. 00. | — 0. 61. |

## *Tavola VI.*

Num. 173. *Sesta classe di esperienze fatte al Lago di Castiglione. Peso totale libbre* 14. 25. *cent.*, *come al Lib. I. N.°* 23.

Nell' Esp. I. Il principio della divisione versava tra gradi 11. e 20′, e 15. 20′. Arco medio 13.° 20′.

| Numero delle Sperienze | Angoli medi corretti Gradi. Min. | Seni di detti Angoli Seno totale di 1000. | Pesi dedotti colla Teoria Lib. Cent. | Pesi osservati Lib. Cent. | Differenze Lib. Cent. |
|---|---|---|---|---|---|
| II. | 7. 55. | 137. | 1. 95. | 2. 00. | + 0. 05. |
| III. | 14. 15. | 246. | 3. 50. | 4. 00. | + 0. 50. |
| IV. | 20. 10. | 344. | 4. 30. | 6. 00. | + 1. 30. |
| V. | 27. 15. | 457. | 6. 51. | 8. 00. | + 1. 49. |
| VI. | 34. 55. | 572. | 8. 15. | 10. 00. | + 1. 85. |
| VII. | 37. 10. | 604. | 8. 60. | 12. 00. | + 3. 40. |
| VIII. | 51. 40. | 784. | 11. 17. | 13. 00. | + 1. 83. |
| IX. | 61. 10. | 876. | 12. 48. | 13. 50. | + 1. 2. |
| X. | 85. 00. | 996. | 14. 19. | 13. 83. | — 0. 36. |
| XI. | 89. 00. | 999. | 14. 23. | 13. 99. | — 0. 24. |

*Num.* 174. Queste sei Tavole contengono, o ci palesano gli opportuni risultati delle prime sperienze fatte sul Canal Reale del Lago di Castiglione. Convien però per regola di buona critica avvertire, che l'esperienze degli ultimi gradi dei complementi dell'obliquità, dal grado circa 75. al 90. contengono una gran difficoltà per le grandi oscillazioni, che fa in essi l'indice delle divisioni, giacchè allora è piccola la differenza de' seni, e perciò quella continua vicenda delle acque correnti di sospinger l'ostacolo della Ventola ora più, ora meno, introduce un'uscillazione di gradi 10, e più, cioè il doppio, ed il triplo delle oscillazioni degli angoli minori. Indi è che non molto può contarsi nelle sperienze relative a tali gradi.

Rilevisi inoltre, che negli altri gradi minori la continua oscillazione turba alquanto la vera misura, giacchè essendo per l'ordinario detta oscillazione di 4. in 5. gradi non è facile di rinvenire il punto intermedio, giacchè le stesse oscillazioni son variabili, e tal circostanza introduce una qualche incertertezza nelle sperienze. Se vi siano Canali di corso così uniforme, che tale oscillazione, o manchi affatto, o rendasi tenuissima, io non so dirlo, ma per le numerose mie sperienze posso assicurare, che tanto nel Canale regolarissimo del Lago di Castiglione, quanto nel tronco trascelto nel Fiume Arno sopra Pontadera, queste oscillazioni sono continue, e la loro ampiezza in amendue i casi è quasi la stessa.

Qualche particolar difficoltà contengono i primi gradi delle sperienze, giacchè avendo allora la direzione della Ventola un angolo assai acuto colla direzione del fluido, gli ondeggiamenti di questo attorno al Castello, ed attorno all'Albero della Ventola sono troppo prossimi alla stessa Ventola, che

poi

poi se ne discosta negli angoli maggiori. Indi è, che qualche turbazione può temersi nelle prime obliquità della stessa Ventola.

E' ben vero però, che con tutte queste difficoltà, che non conviene dissimulare, la gran serie delle sperienze, e la loro costanza negli angoli maggiori, che converrà attendere più, che i minori, non ci lascia alcun dubbio intorno ai risultati.

Il primo, e principalissimo risultato sarà, che la Teorìa delle forze, o delle resistenze in ragion duplicata de' coseni delle diverse obliquità, resta affatto esclusa da tutte le nemurose sperienze, come proverò con esempj applicati a ciascuna Tavola.

### *Esempio I. della Tavola I.*

*Num.* 175. Pigliando nella prima Tavola i numeri dell' Esperienza VI. abbiamo l'angolo di 39.° 45′, il cui seno è di parti 639. Il suo quadrato a quello del seno totale è, come 41 : 100. prossimamente (essendo quì inutili le frazioni, onde facendo l'Analogia, come 100 : 41 = libbre 30, al quarto termine, questo ci somministra libbre - - - 12. 30. cent.

Mentre l'esperienza ci dà libbre - - 20. 66.

Ed il divario è assai considerabile di - - 8. 36.

Nella ragion semplice de' coseni sarebbe il peso, o la resistenza, come libbre - - - - - 19. 17.

La differenza dal peso osservato è di sole libbre - - - - - - - - - - - - - - - - 1. 49.

 che

che è comportabile. Lo ſteſſo viene a riſultare facendo l'analogìa coll'altre eſperienze della ſteſſa Tavola.

### *Eſempio II. della Tavola II.*

*Num.* 176. Scelgaſi nella ſeconda Tavola l'Eſperienza V. ſotto l'angolo 35.° 15'. il cui ſeno è di parti 577. Starà il quadrato del ſen totale al quadrato di tal ſeno, come 100 : 33. Eſſendo il peſo totale di libbre 25, deduceſi il peſo di libbre - - - - - - - - - - - - - - - - - - 8. 25. cent.

Il peſo dell'Eſperienza è ſtato di libbre - 16. 66.

Il divario è eſorbitante, cioè di libbre - 8. 41.

Ma non è così colla ragion ſemplice de' coſeni, ſecondo la quale, il peſo ſarebbe di lib. - 14. 80.

La cui differenza è tollerabile, cioè di lib. - 1. 86.

### *Eſempio III. della Tavola III.*

*Num.* 177. Scelgaſi l' Eſperienza VII. il cui angolo è di 29.° 30'. ſuo ſeno di parti 492. Il ſuo quadrato a quello del ſeno totale ſarà come 24 : 100. proſſimamente. Facciaſi, come 100 : 24 = libbre 19. al quarto, e queſto ſarà di libbre - - - - - - - - - - - - - - - - - 4. 56. cent.

In vece del peſo ſperimentale di libbre - 12. 00.,

che è poco men che triplo del peſo di quella Teorìa. Non così quello dedotto colla ragion ſemplice de' coſeni, che ſarebbe di libbre - - - - - 8. 54. cent.

La cui differenza è di ſole libbre - - - 3. 44. cent.

*Eſem-*

## *Esempio IV. della Tavola IV.*

*Num.* 178. Scegliendo l'Esperienza IX., il suo angolo osservato è stato di 44.° 15'. suo seno 697. La ragion duplicata del sen totale a tal seno, sarà come 100 : 48½. Essendo il peso totale di 17. 66, facciasi come 100 : 48½ = 17. 66, al quarto, che tornerà di libbre - - - - - - - - 8. 57. cent.

Per l'immediata esperienza è stato di lib. - 15. 00.

Onde la sua discrepanza - - - - - - - - 8. 43.

Per la Teorìa della ragion semplice de' coseni, è calcolato di libbre - - - - - - - - - - - 12. 33.

La sua differenza sarà di libbre - - - 2. 67. tanto minor della prima.

## *Esempio V. della Tavola V.*

*Num.* 179. Nell'Esperienza VI. di questa Tavola, l'angolo osservato è stato di 41.° 00'. Il suo seno di parti 656. La ragione duplicata del sen totale a tal seno, sarà come 100 : 43. Onde essendo stato il peso totale di libbre 13. 5, faremo l'Analogìa.

Come 100 : 43. = 13. 5. al quarto termine, che si calcola di libbre - - - - - - - - - - - - - - - 5. 80. cent.

In vece del peso sperimentale di libbre - 10. 00.

il cui eccesso sopra la Teorìa, sarà di libbre - 4. 20.

Ma nella Teorìa della ragion semplice - 8. 85.

Onde il divario è di libbre - - - - - - 1. 15. cent.

### *Esempio VI. della Tavola VI.*

*Num.* 180. Finalmente dalla Tavola VI. scelgasi la Sperienza VIII., nella quale fu l'angolo di 51.° 40'. suo seno 784. La ragion duplicata del sen totale a tal seno, sarà come 100 : 41. incirca.

Facciasi, come 100 : 61 = 14. 25. al quarto, che ci tornerà di libbre - - - - - - - - - - - - - - 8. 69. cent.

Il peso sperimentale era di libbre - - - 13. 00.

Differenza di libbre - - - - - - - 4. 31.

Ma per la Teorìa de' semplici seni era di libbre - - - - - - - - - - - - - - - - - 11. 17. cent.

Onde la differenza sarà di libbre - - - 1. 83.

*Num.* 181. Gli altri numerosi esempj, che potrebbono comporsi da tante altre sperienze delle sei classi, tutti concordemente dimostrano le eccessive differenze, che corrono tra la Teorìa de quadrati de' coseni, e l'esperienza. Discorda ancor essa la Teorìa dalla ragion semplice, ma le discordanze sono molto più tollerabili, e ciò che più sarà maraviglia, si è, che tali differenze provano, che la ragione, che meglio potesse far concordare la Teorìa coll'esperienza, si è di una ragion minore della semplice, cioè una ragione, che avesse l'esponente della dignità minore dell'1. Tale esponente potrebbe essere una frazione da determinarsi cogli eccessi de' pesi osservati, da' pesi calcolati coll'esponente dell'unità.

Non occorre però inoltrarsi nella ricerca di tale esponente frazionario, giacchè alle prime prove mi sono avveduto non esser-

effervi una coſtante frazione dell' eſponente, che poſſa ſodisfare all' eſperienze delle ſei Tavole. Poichè ſe trovaſi un eſponente, che ſodisfaccia per eſempio alla Tavola II., queſto ſteſſo mal ſi confà colla Tavola III., IV. ec. Il che ci manifeſta un indizio, che la vera maniera che la natura ſiegue nelle forze, con cui urta gli oſtacoli obliqui, non può ſoggettarſi ad una coſtante legge degli eſponenti delle dignità.

*Num.* 182. Ci conferma in tal ſentimento una circoſtanza particolare, che in molte ſperienze le differenze, che corrono dal peſo dell' eſperienza a quello della Teorìa de' ſemplici coſeni, non è poſitiva, ma negativa. Così può oſſervarſi nella Tavola I., nella quale le prime quattro ſperienze dimoſtrano, che i peſi ſperimentali ſono minori, e non maggiori de' peſi della Teorìa. Da tali negative differenze ſi paſſa poi alle poſitive nelle ſuſſeguenti ſperienze. Così nella Tavola II. le prime due differenze ſono ancor eſſe negative, e poi ſi traſmutano in poſitive. Comprendeſi bene da tal rilevante circoſtanza, che dove le differenze ſon negative, la ragion de' ſeni deve aver l' eſponente maggiore dell' unità, ed al contrario dove le differenze ſon poſitive, l' eſponente ſarà minore dell' unità, e così parrebbe, che la curva, che poteſſe ben rappreſentare le forze delle acque correnti a diverſi angoli obliqui, prima foſſe interiore al Quadrante, poi tagliaſſe il ſuo arco in un punto, e poi ſi volgeſſe fuori dell' arco, per unirſi al medeſimo al grado 90. In queſto ſtato di coſe ciaſcun vede eſſere impoſſibile un eſponente coſtante o maggiore, o minore dell' unità, che poſſa rappreſentare le forze del Fiume, che ſono proporzionali a peſi oſſervati, quando detto Fiume va ad inveſti-

vestire un ostacolo di superficie invariabile, rivoltata con diversi angoli di obliquità.

*Num.* 183. Potremo adunque generalmente concludere, che tutte le sperienze delle sei Tavole cospirano a dimostrare, che la natura è ben lungi nelle percosse oblique de' nostri fluidi, a seguire la ragion duplicata de coseni degli angoli di obliquità, e che essa assai più si accostà alla ragion semplice di detti coseni; ma per quanto pare da molte combinazioni, e dalle differenze dedotte, neppur questa è la vera legge della natura, la quale convien rintracciare con altre sperienze, e con pesi molto maggiori, per rendere più sensibili le discrepanze.

A tal fine io ho intraprese le sperienze sul Fiume Arno, nelle quali essendo i pesi aggravati fino di libbre 152, ed essendo ancora stati osservati gli angoli in numero maggiore, e con maggior diligenza, potrebbe la natura scuoprirsi con indizj più precisi, e più regolari.

Pertanto oltrepasserò a formare altre quattro Tavole di altrettante classi di esperienze fatte sul Fiume Arno, con velocità molto maggiori di quelle, che aveva la corrente del Canale Reale del Lago di Castiglione.

In tali Tavole terrò lo stesso metodo delle prime, cioè di registrare gli angoli, i seni, i pesi dedotti colla Teorìa della ragion semplice de' seni, i pesi dell'esperienza, e le loro differenze negative, o positive. Sia adunque.

Ta-

*Tavola I.*

Num. 184. *Delle esperienze fatte sul Fiume Arno sotto la foce della Gusciana col Castello grande, per esaminare le resistenze della Ventola a diversi angoli di obliquità.*

| Numero delle Sperienze | Angoli Gradi | Min. | Seno degli Angoli | Peso della Teoria Lib. | Cent. | Peso delle Esperienze Lib. | Cent. | Differenze Lib. | Cent. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 1. | 30. | 26. | 3. | 95. | 2. | 00. | — 1. | 95. |
| II. | 6. | 45. | 117. | 17. | 78. | 6. | 00. | —11. | 78. |
| III. | 9. | 15. | 160. | 24. | 32. | 10. | 00. | —14. | 32. |
| IV. | 9. | 45. | 169. | 25. | 68. | 14. | 00. | —11. | 68. |
| V. | 11. | 00. | 190. | 28. | 88. | 18. | 00. | —10. | 88. |
| VI. | 11. | 30. | 199. | 30. | 24. | 20. | 00. | —10. | 24. |
| VII. | 12. | 08. | 210. | 31. | 92. | 25. | 00 | — 6. | 92. |
| VIII. | 15. | 00 | 258. | 39. | 21. | 30. | 00. | — 9. | 21. |
| IX. | 18. | 00. | 309. | 46. | 96. | 35. | 00. | —11. | 96. |
| X. | 18. | 45. | 321. | 48. | 79. | 40. | 00. | — 8. | 19 |
| XI. | 20. | 15. | 346. | 52. | 59. | 50. | 00. | — 2. | 59. |
| XII. | 23. | 53. | 404. | 61. | 40. | 60. | 00. | — 1. | 40. |
| XIII. | 28. | 18. | 474. | 72. | 04. | 70. | 00. | — 2. | 04. |
| XIV. | 30. | 30. | 507. | 77. | 06. | 80. | 00. | + 2. | 94. |
| XV. | 35. | 15. | 577. | 87. | 70. | 90. | 00. | + 2. | 30. |
| XVI. | 41. | 15. | 659. | 100. | 16. | 100. | 00. | — 0. | 16. |
| XVII. | 44. | 53. | 705. | 107. | 16. | 110. | 00. | + 2. | 84. |
| XVIII. | 51. | 07. | 777. | 119. | 10. | 120. | 00. | + 0 | 90. |
| XIX. | 54. | 38. | 815. | 123. | 88. | 130. | 00. | + 6. | 12. |
| XX. | 67. | 00. | 920. | 139. | 84. | 140. | 00. | + 0. | 16. |
| XXI. | 68. | 15. | 928. | 140. | 05. | 142. | 00. | + 1. | 95. |
| XXII. | 69. | 30. | 936. | 142. | 27. | 144. | 00. | + 1. | 73. |
| XXIII. | 77. | 00. | 974. | 148. | 04. | 146. | 00. | — 2. | 04 |
| XXIV. | 80. | 08. | 985. | 149. | 72. | 148. | 00. | — 1. | 72. |
| XXV. | 82. | 13. | 990. | 150. | 48. | 150. | 00. | — 0. | 48. |
| XXVI. | 83. | 00. | 992. | 150. | 78. | 151. | 00. | + 0. | 22. |
| XXVII. | 90. | 00. | 1000. | 152. | 00. | 152. | 00. | 00. | 00. |

Ta-

Num. 186. *Tavola III.*

| Numero delle Sperienze | Angoli Gradi. | Min. | Seno degli Angoli | Peso della Teoria Lib. | Cent. | Peso delle Esperienze Lib. | Cent. | Differenze Lib. | Cent. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 17. | 30. | 300. | 35. | 40. | 20. | 00. | —15. | 40. |
| II. | 24. | 15. | 410. | 48. | 38. | 40. | 00. | — 8. | 38. |
| III. | 33. | 04. | 545. | 64. | 31. | 60. | 00. | — 4. | 31. |
| IV. | 4.. | 38. | 664. | 78. | 35. | 80. | 00. | + 1. | 65. |
| V. | 43. | 30. | 688. | 81. | 84. | 85. | 00. | + 3. | 16. |
| VI. | 45. | 38. | 714. | 84. | 25. | 90. | 00. | + 5. | 75. |
| VII. | 46. | 23. | 723. | 85. | 31. | 95. | 00. | + 9. | 69. |
| VIII. | 48. | 26. | 748. | 88. | 26. | 100. | 00. | +11. | 74. |
| IX. | 69. | 23. | 935. | 110. | 33. | 110. | 00. | — 0. | 33. |
| X. | 71. | 41. | 949. | 111. | 98. | 112. | 00. | + 0. | 02. |
| XI. | 81. | 23. | 988. | 116. | 58. | 114. | 00. | — 2. | 58. |
| XII. | 81. | 53. | 989. | 116. | 70. | 115. | 00. | — 1. | 70. |
| XIII. | 86. | 00. | 997. | 117. | 64. | 116. | 00. | — 1. | 64. |
| XIV. | 90. | 00. | 1000. | 118. | 00. | 118. | 00. | 00. | 00. |

Num. 187. *Tavola IV.*

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 24. | 30. | 414. | 4. | 34. | 5. | 00. | + 0. | 66. |
| II. | 45. | 38. | 714. | 7. | 49. | 7. | 00. | — 0. | 49. |
| III. | 50. | 33. | 772. | 8. | 00. | 8. | 00. | — 0. | 00. |
| IV. | 58. | 23. | 851. | 8. | 93. | 9. | 00. | + 0. | 07. |
| V. | 65. | 45. | 911. | 9. | 56. | 10. | 00. | + 0. | 44. |
| VI. | 86. | 30. | 998. | 10. | 47. | 10. | 00. | + 0. | 03. |

*Num.* 188. Dalla confiderazione delle quattro efpofte Tavole, contenenti le quattro claffi di efperienze fatte full'Arno per le obliquità degli angoli Orizzontali, dedurremo.

In primo luogo, che quando le obliquità fono affai grandi, e perciò piccoli i loro complementi, allora i pefi, che fanno equilibrio colle forze del Fiume, fono fenfibilmente, e notabilmente minori de' pefi calcolati fecondo la Teorìa della ragion femplice de cofeni, e che effendo tali differenze non già di poche once, ma di molte, e molte libbre, non pare, che poffa dubitarfi, che effe poffano attribuirfi o alle ofcillazioni degli angoli, o al turbamento, che potrebbe indurre il Caftello, o l'Albero della Ventola. E ciò tanto più, quanto che tali differenze negative giungono fino ad angoli affai confiderabili di gradi 20, di 30, e più, come potrà rifcontrarfi dalle Serie delle quattro claffi. Se tali differenze proveniffero dalle ofcillazioni del fluido, dovrebbono ancor effe patire delle fteffe ofcillazioni, moftrando ora un difetto, ed ora un ecceffo. Ma effe fempre in tali angoli ci palefano un confiderabil difetto de' pefi dell'efperienza, rifpetto a pefi calcolati colla Teorìa, e foltanto fanno una variazione del più, e del meno, fempre però fupera la differenza negativa. Dobbiamo adunque concludere, che nelle grandi obliquità degli oftacoli le forze delle acque, che urtano negli oftacoli fiano minori di quelle, che efigerebbe la Teorìa della femplice ragione de' cofeni.

*Num.* 189. Rilevafi in fecondo luogo, che quando le obliquità incominciano a divenir minori, e maggiori i lor complementi, allora al contrario della prima offervazione, i pefi aggravati cominciano ad effer maggiori de' calcolati per la detta Teorìa. Un tale ecceffo non è piccolo, ficchè poffa attribuirfi

alla

alla difficoltà delle ſperienze, ma ancor eſſo giugne alle libbre 9, e più. L'oſcillazione fa creſcere, e ſcemare detti eccesſi, e qualche volta appariſce un piccol difetto, ma prevalgono ſempre le differenze poſitive in tal modo, che eſſe naſcono certamente dalla maniera di operare della natura, e non già da cagioni accidentali.

*Num.* 190. E' aſſai naturale, che nel trasformarſi tali differenze di negative in poſitive, vi ſia un punto intermedio nell' arco del Quadrante, in cui eſſe ſvaniſcano affatto, coincidendo nell'arco medeſimo, ed in quel punto ſolamente ſi verifica la ragione delle reſiſtenze, come i ſemplici coſeni delle obliquità.

Turba aſſaiſſimo la cognizione di tal punto quella continua oſcillazione degli angoli, e da eſſa pare che ſia originata la varietà di tal punto, il quale

Nella prima claſſe batte tra l'angolo di gradi - - - - - - - - - - 28.° 18'. e di 30. 30'.

Nella ſeconda tra l'angolo di gradi - - - - - - - - - - - - - - 35.° 45'. e di 42.° 15'.

Nella terza tra l'angolo di gradi - - - - - - - - - - - - - - 33.° 4'. e di 41.° 38'.

E nella quarta verſo l'angolo di gradi - - - - - - - - - - - - 50.°

Avvertaſi però, che non può tenerſi gran conto dell'ultima claſſe, nella quale eſſendo il peſo totale di libbre 10 $\frac{1}{2}$, ogni piccol divario muta l'eccesſo in difetto. Ma non è così nelle tre prime claſſi, nelle quali eſſendo i peſi totali di libbre 152, di 126, e di 118. ſono aſſai più conſiderabili i peſi delle diverſe obliquità, e perciò deve in tali Serie paleſarſi meglio la vera legge della natura.

*Num.* 191. Se detto punto d' interſezione ſta nella natura o coſtante, o variabile ſecondo le maggiori, o minori velocità delle acque correnti, non può con preciſione dedurſi da queſte mie ſperienze, mà altre ve ne vogliono di preciſione molto maggiore, che ſiano praticate in un Fiume, o in un Canale di maggior regolarità di corſo, per potere o togliere affatto, o almeno ridurre dentro i limiti di un ſolo grado, le dette faſtidioſe oſcillazioni di 5, e più gradi, le quali veramente mi ſon giunte improvviſe, ed inopportune. Una tal favorevole circoſtanza, ſe pur vi ſarà nella natura de' noſtri Fiumi, potrebbe rinvenirſi ne' rami più uniformi di Sezione, e più rettilinei per un tratto aſſai conſiderabile. Tali due regolarità debbono contribuire per mantenere i differenti fili del fluido in una coſtante, o quaſi coſtante direzione, e così o diſtruggere, o diminuire quella continua oſcillazione della Ventola Idraulica, che molto perturba queſte ſperienze.

*Num.* 192. Dalle quali per altro poſſiamo argomentare con grande veriſimiglianza quelle tre proprietà delle oblique poſizioni degli oſtacoli, cioè

I. Che eſſi nelle grandi obliquità reſiſtono meno, che non eſige la legge delle reſiſtenze proporzionali a coſeni delle obliquità.

II. Che al contrario nelle obliquità minori eſſi reſiſtono più che non porta la legge medeſima.

III. E che finalmente vi ſia un certo punto intermedio tra le obliquità maggiori, e minori, nel quale il coſeno rappreſenta ſenza alcun difetto, ed eccesso la forza del Fiume, che opera ſull' oſtacolo di media obliquità.

*Num.* 193. La grave importanza della preſente materia m' invita ad aggiugnere alcune avvertenze ſu ciaſcuna Tavo-

la,

la, per provare la general verità delle tre sopraddette proprietà.

Ed in primo luogo la prima Serie delle sperienze registrate alla Tavola I., incominciando da gradi 1½, palesa le differenze negative, e le continua costantemente fino al grado 28.° 18'. dell'Esperienza XIV., nella quale la quantità negativa è di libbre 2. 04. cent. Queste sono XIII. Esperienze concordi a dimostrare le negative differenze. La massima in questa linea scorgesi nell'Esp. IV., dove essa è di libbre 14. 32. cent. Osservansi delle variazioni, che sono un effetto dell'oscillazione del fluido, ma le negative differenze o maggiori, o minori si mantengono fino a detti gradi.

Incominciano gli eccessi, o siano le differenze positive dal grado 30.° 30', e si conservano tali fino all'Esp. XXIII. a gradi 69.° 30'. Nelle due Esp. XXV., e XXVI. essendo i gradi sopra gli 80. non dee tenersi conto delle due piccole differenze negative, che piccole appunto devono dirsi in paragone de' pesi di libbre 148.

Finalmente l'ultima Esperienza a gradi 83. fa ritornare la differenza positiva di sole 22. cent. di libbre. Onde si verificano in questa prima Tavola le tre proposizioni enunciate, con un piccol divario, che è racchiuso dentro il limite delle oscillazioni.

*Num.* 194 Passando alla Tavola II. in essa al grado 8. già si fa ben sentire la differenza negativa di libbre 8. 51. cent., la qual paragonata al peso dell'esperienza di libbre 10 fa subito risaltare la sua esorbitante differenza negativa. Si aumentano tali differenze fino a gradi 24. dove è la massima di libbre 11. 15. cent. Da essa decrescono le quantità negative fino

all'

all' Esperienza VII., che è l'ultima di tali negative sotto il grado 35.° 45'.

Incominciano le differenze positive al grado 42.° 15', e continuano coll'interposizione di qualche quantità negativa, prevalendo sempre le positive fino agli ultimi gradi 80°, ed 88.°

*Num.* 195. Nella Tavola III. le quantità negative incominciano all' Esp. II. sotto i gradi 17.° 30', sotto i quali giungono a libbre 15. 40.

Sotto i gradi 33.° 4'. la quantità negativa è di 4. 31. libbre. Ma nell' Esperienza seguente, che è la V. sotto i gradi 41.° 38'. apparisce l'eccesso di lib. 1. 65. cent. il qual poi giugne a libbre 9. 69. nell' Esp. VIII. angolo di 46.° 23'. Indi le quantità positive diminuiscono, e son tramezzate da qualche valore negativo, che per la sua piccolezza resta dentro il limite delle oscillazioni, e così prevalendo le quantità positive, ancor questa Serie si accorda colle due prime. Benchè nella quarta, ed ultima Serie le differenze o negative, o positive sieno assai piccole, per esser piccolo il peso totale di libbre 10 $\frac{1}{2}$, pure le differenze negative restano nel primo arco del Quadrante, e le positive nel secondo.

Onde si accenna ancora in questa Serie la legge delle altre con quella piccolezza di grandezze, che è adattata al peso totale.

Ri-

*Rifleſſioni ſopra alle ſperienze fatte ſul Fiume Arno il dì 20. Gennajo, indirizzate ad eſaminare la ragion ſemplice, e duplicata de' coſeni, applicando la Ventola a gradi 45.*

*Num.* 196. Le ſperienze fatte nel preſente giorno alla quinta Serie furono eſeguite per mettere a prova le due Ipoteſi ſull'angolo di 45°, ſotto al quale, come è ſtato accennato nel Libro I. la prima Ipoteſi della ragion ſemplice porterebbe il peſo di libbre 70. 7. quando il peſo totale foſſe di libbre 100, e la ſeconda della ragion duplicata eſigerebbe il peſo di libbre 50, come ciaſcun potrà ben comprendere. Onde eſſendo il divario delle due Ipoteſi di libbre 20. 7., eſſo doveva ſubito paleſarſi.

Onde nell'Eſp. I. ſi cominciò a determinare il peſo totale, che fu trovato di libbre 120.

Nell'Eſp. II. La ſua metà cioè libbre 60. furono aggravate ſul portapeſi, e ſtando ad oſſervare le oſcillazioni, la prima batteva tra - - - - - - - - - - - - - $58° \frac{1}{2}$ e $62'$.

La ſeconda tra - - - - - - $58° \frac{1}{2}$ e $61'$.

La terza tra - - - - - - - $59° \frac{1}{2}$ e $62' \frac{1}{4}$

La media - - - - - - - - - $60.° \; 17' \frac{1}{2}$

Or queſt'angolo troppo è lontano da gradi 45. Onde non corriſponde al fatto l'Ipoteſi della ragion duplicata de' coſeni delle obliquità.

*Num* 197. Per vedere ſe corriſponda la ragion ſemplice, facciaſi, come il ſen totale al ſeno di 29.° 43', che è il complemento di 60.° 17', così il peſo totale al quarto termine, queſto ſarà di libbre 59. 52. cent., che molto ſi accoſta alle lib-

libbre 60. Onde l'Ipotesi della ragion semplice è molto più prossima alla verità della ragion duplicata, almeno in questa obliquità.

*Num.* 198. Nell'Esp. III. furono aggravate lib. 84. 48. cent. che è il quarto termine dopo il sen totale, il seno di 45.° è quello di lib. 120, e l'indice in vece d'indicare il grado 45.° in tre diverse oscillazioni, indicava il grado medio di 48.° 57′ ½, il suo complemento è di - - - - - - - - - - 41.° 2′ ½

Onde neppur questa Ipotesi ben corrisponde alle sperienze, ed in vece di gradi 45.° veggonsi gradi 41.° 2′ ½, il che indicherebbe, che a tal grado dalle differenze negative alle positive corrisponderebbe l'Ipotesi della ragione semplice de' coseni delle obliquità.

*Num.* 199. Nell'Esp. IV. fu ripreso il peso totale, perchè la corrente era cresciuta, e si trovò di lib. 128. Onde furono aggravate lib. 64, cioè la metà, ed allora l'indice batteva sopra i gradi 58, che di troppo supera i gradi 45.

*Num.* 200. Si passò all'Esp. VI., e si collocarono lib. 91, che è la quarta proporzionale nell'Ipotesi della ragion semplice, ed ancora in questa esperienza l'indice oltrepassava i gradi 45, ma di poco, come può vedersi in questa esperienza. Onde deducesi, che ne' gradi di media obliquità molto si scosta dal vero l'Ipotesi della ragion duplicata, e molto si accosta quella della ragion semplice.

Ma come già ho accennato non vi è in questi Fenomeni Idraulici una ragion costante nè semplice, nè sudduplicata, nè duplicata, ma converrà ripetere la spiegazione di questi oscuri Fenomeni da un altra curva, che dal punto o. fino a gradi circa 35.° o 40.° resti interiore al Quadrante, che lo tagli in detto

detto grado o 35, o 40, o altro, che con migliori circostanze sarà determinato, e che da tal punto esca fuori del Quadrante, per congiungersi col medesimo al suo grado 90. nella forma, che si dirà.

### *In qual maniera con una curva andante possano spiegarsi i fenomeni Idraulici del presente Articolo.*

*Num.* 201. Per quanto sia lontano dal framezzare in questo mio trattato tutto sperimentale delle nuove Teorìe, che non possono ancora essere stabilite a forza di esperienze, pure per dare un idea di quella legge, che accennano questi primi indizj della natura sulle oblique percosse de' fluidi contra gli ostacoli di data superficie, ho voluto presentarla quì brevemente. E servirà tale idea per far comprendere potervi essere una legge, o una scala delle forze de' fluidi, o della resistenza de' solidi, la qual possa sodisfare agli osservati fenomeni assai meglio, che non possa farsi colle ragioni costanti adoperate fino al giorno presente.

Sia dunque ABC un quadrante, il quale incominciando dal punto A ( fig. XIII. ) vada indicando co' suoi archi Ab, AD, An ec. i diversi gradi de' complementi delle obliquità del fluido, che si dirige contro la superficie di un dato solido. In detto arco si pigli il punto D di gradi 35. o più, nel quale le differenze dallo stato negativo passano al positivo. E condotta la linea o seno DE, questo concepiscasi essere il seno, sul quale le differenze spariscano. Concepiscasi pure una curva nascente sul punto A, la quale volga la sua concavità AmD, verso l'arco pur concavo AbD. Al puuto comune D abbia detta curva

il ſuo fleſſo contrario, per cui la ſua concavità ſi trasformi nella conveſſità del ſecondo ramo D p B, mentre il Quadrante ſeguiterà col ſuo arco D n B, finchè ſi congiunga in B col ſecondo ramo di quella curva. E' chiaro, che qualunque ſia la proprietà di queſta curva, purchè eſſa abbia i due rami rivolti con fleſſo contrario, e coincidenti co' due punti A B, potrà dimoſtrarci, e ſpiegarci le tre accennate leggi; cioè, che dal principio del Quadrante ſino all'interſezione D, le ſue ordinate a m, ſaranno minori delle ordinate al Quadrante a b, come eſigono le ſperienze.

In ſecondo luogo, che un'ordinata E D ſia comune tanto al Quadrante, quanto a queſta curva.

E finalmente, che oltrepaſſato il detto punto comune D, le ordinate alla curva per eſempio e p, ſaranno maggiori delle ordinate e n, al Quadrante. Onde queſte ci potranno rappreſentare le differenze poſitive delle eſperienze.

*Num.* 202. Per determinare tanto il punto D del fleſſo contrario, quanto la ſcala delle ordinate, o inferiori, o ſuperiori della curva, altro mezzo non vi è, che deſcriverla a punti con nuove ſperienze fatte in circoſtanze più favorevoli, e con preciſione, e pazienza maggiore, i quali ſe faranno così determinati, potrà allora rintracciarſi, ſe vi ſia equazione, che poſſa far paſſare le ſue ordinate per i punti ſegnati coll'eſperienza. E quando tale equazione non ſi trovi, gioverà nondimeno aſſaiſſimo, che queſta curva, che potremo nominare *la Curva delle obliquità*, ſia diſegnata con moltiſſimi punti, pigliando i punti intermedj colle parti proporzionali. Così potremo formare una Tavola di approſſimazione, per ſapere con qualche approſſimazione, quali ſiano le vere forze della natura,

ra, che a diverſi angoli di obliquità facciano equilibrio colle reſiſtenze de noſtri ſolidi.

*Num.* 203. Sappiamo intanto in generale, che nelle grandi obliquità, le acque correnti eſercitano una forza notabilmente minore di quella, che ſi eſprime co' ſeni di un Quadrante, e che al contrario nelle piccole obliquità, quando la direzione delle acque va accoſtandoſi alla perpendicolare, le dette forze operano con energia notabilmente maggiore di quella rappreſentata da ſeni dello ſteſſo Quadrante.

Abbiamo il vantaggio di ſapere, che la natura è ben lontana dalla ragion duplicata de coſeni.

Che eſſa nelle mezzane obliquità ſi accoſta alla ragion ſemplice di detti coſeni.

E finalmente, che eſſa ſi ſcoſta pure da detta proporzione, quando le obliquità ſon lontane dal grado circa 35, o altro, che meglio ſarà determinato.

# ARTICOLO IV.

*Ricercasi dalla immediata esperienza se gli Strati delle acque correnti dalla superficie sino al fondo abbiano le velocità espresse dalle diverse Ipotesi degli Scrittori, e qual sia la vera scala delle velocità, che seguita la natura.*

*Num.* 204. È Stata esposta nella mia introduzione la storia delle diverse opinioni de' più insigni Scrittori sulle velocità degli Strati delle acque correnti, a diverse loro profondità, ed è stato pur ragionato de' diversi tentativi da me fatti prima dell' anno 1769, per ispiegare alcuni fenomeni relativi a tali velocità, tanto dal Sig. Pitot col suo Tubo recurvo, quanto dallo Zendrini col Quadrante della velocità.

Per mettere in chiaro la presente legge oscurissima della natura è stato fatto un gran numero di esperienze, tanto nel Canal Reale del Lago di Castiglione, quanto nel Fiume Arno, e tali sperienze insieme colle altre son tutte registrate nel Libro I. Ora adunque altro non resta, che dedurne i veri risultati, i quali per far ben comprendere a ciascuno, convien che io premetta, come, ed in qual modo io ho eseguite le Serie di tante sperienze, coll'uso della solita Ventola Idraulica.

Essa adunque, come già è stato accennato, è congegnata in maniera, che per mezzo di due Quadrati di ferro attaccati a due bracciuoli, può farsi discendere dalla superficie dell' acqua sino al fondo; e per avere le esatte misure di tal discesa, vi

vi è una piccola catena di ferro con maglie lunghe ¼ di braccio. Onde discendendo in giù tali maglie ad una ad una, si fermano con un gancio di ferro, perchè a quelle tali profondità possano farsi le occorrenti sperienze.

Quando la Ventola rade la superficie dell'acqua si colloca sul *portapesi* un numero di libbre adattato per un angolo di obliquità, che osservasi nel Quadrante coll'indicazione della sua lancetta. E quando con più, e più oscillazioni di questa si è determinato l'angolo medio alla superficie del fluido, allora si abbassa la Ventola, lasciando scorrere la catena di ¼ di braccio, o altra più opportuna misura. Essendo così calata la Ventola ad uno Strato di fluido più profondo di ¼ di braccio rispetto al primo, che giugneva alla superficie, si osserva l'angolo, senza punto alterare il primo peso. E così seguitando fino al fondo, avremo la Serie di tutti gli angoli di obliquità, e suoi complementi dal pelo dell'acqua fino al fondo del Canale, o almeno a qualche soldo di distanza dal medesimo.

*Num.* 205. Essendo tale il metodo delle mie sperienze, per poterle ridurre a conoscere i risultati, suppongasi, che in quelle medie obliquità, che si son procurate, possa valere la legge delle forze proporzionali a coseni di dette obliquità, come è stato rilevato nell'Articolo antecedente. Onde le forze, colle quali uno Strato inferiore di fluido urta la Ventola, possono presupporsi in ragion composta della forza viva dello Strato, e del coseno dell'angolo di obliquità.

Se tal coseno dicasi $=C$, la forza viva $=F$, sarà la forza totale $=CF$. Questa è una quantità costante, perchè equilibrandosi col peso P, che si suppone costante a qualunque profondità di Strato, avremo sempre

$$P=CF$$

$P = CF$. Onde sarà

$F = \frac{P}{C}$. Cioè la forza dello Strato sarà in ragion reciproca del coseno dell'obliquità.

Ma chiamando V la velocità del medesimo Strato, avremo $F = V^2$ E perciò sostituendo sarà

$V^2 = \frac{P}{C}$. Cioè saranno i quadrati delle velocità in ragion reciproca de coseni. E così finalmente saranno le velocità degli Strati in ragion reciproca sudduplicata de coseni degli angoli di obliquità.

Dato adunque il peso costante P, e l'angolo dell'obliquità, o suo complemento, sarà facile a trovare il valore di V, cioè la velocità dello Strato sottoposto all'esperienza, essendo $V = \sqrt{\frac{P}{C}}$.

Presupposto un tal Teorema, discenderò all'analisi delle sperienze fatte per la presente ricerca.

*Analisi della prima Serie di esperienze, che corrisponde alla quarta Serie del dì* 21. *Maggio al Lago di Castiglione N.°* 14. *Lib. I.*

*Num.* 206. La Ventola liberamente oscillante senza alcun peso era al grado medio di 15.°

Le furono aggravate libbre 12. di peso, giacchè essendo stato osservato il peso totale di libbre 17. *66.* cent., pareva, che libbre 12. potessero portar l'indice ad una giusta obliquità.

Esp. I. Oscillando liberamente la Ventola, l'indice portavasi all'angolo medio di 15.° E dopo l'aggravamento del peso,

fo, era l'angolo medio a 51° Da cui detraendo i gradi 15. reſterà l'angolo del complemento di - - - - 36.° 00'.

Nell' Eſp. II. La Ventola fu abbaſſata immergendola più di prima di ſoldi 5, ed allora l'indice oſcillava tra 48.° 30', e 51.° l'angolo medio ſarà di 49.° 45'. E colla detrazione ſarà di - - - - - - - - - - - - - - - - - 34 45.

Eſſendo adunque il ſeno di 36.° di parti - - - 587.

Ed il ſeno di 34° 45'. di parti - - - - - - 569

Avremo la prima velocità alla ſeconda come $\sqrt{569} : \sqrt{587}$, cioè la velocità del ſecondo Strato Aqueo è creſciuta nella ragione di tali due radici.

E' ſtata calcolata nell'Articolo I Caſo II. la velocità ſuperficiale di ſoldi 10. 79. cent. ſotto la direzion perpendicolare. Onde facendo, come $\sqrt{569} : \sqrt{587} = 10.\ 79$ al quarto termine, eſſo ci paleſa la velocità del ſecondo Strato di ſoldi 11. o aſſai proſſimamente. Sarà dunque creſciuta la velocità del ſecondo Strato di ſoldi 0. 21. centeſima.

Per agevolare queſto Calcolo ſi pigli la metà del Log. delle parti 585, che ſi aggiunga al Log della velocità della ſuperficie di ſoldi 10. 79. cent. Una tal ſomma ſarà coſtante per tutte l'eſperienze di queſta Serie. Onde detraggaſi la metà del Logaritmo del ſeno alle altre profondità, e ſi otterranno così le velocità di qualunque Strato.

| | | |
|---|---|---|
| Logaritmo del ſeno di 36.° - - - | = | 9. 7692. |
| Sua metà - - - - - - | = | 4. 8846. |
| Log. di 10. 79. - - - - - | = | 1. 0330. |
| Somma - - - - - - - - - - | = | 5. 9176. |
| | = | 4. 8779. |
| Logaritmo della velocità - - - - | = | 1. 0397. |

a cui

a cui corrispondono soldi 10. 96. centesime, che sono più giusti del primo Calcolo fatto con minori frazioni. Onde l'aumento della velocità sarà di soldi o. 17. centesime.

Esp. II.

Log. di 34.° 45'. = 9. 7558. )( Log. cost. - - = 7. 8846.
Metà - - = 4. 8779. )( Log. sottr. - - = 4. 8779.

Residuo Log. della velocità - = 3. 0067.

a cui si competono soldi 10. 16. di velocità.

Esp. III.

Log. di 40.° 00'. = 9. 8080. )( Log. cost. - - = 7. 8846.
Metà - - = 4. 9040. )( Log. sottratt. - = 4. 9040.

Residuo Log. della velocità - = 2. 9806.

a cui competono soldi 9. 56. cent.; segno evidente, che la velocità del terzo Strato è minore di quella del secondo di soldo o. 60. cent.

Esp. IV.

Angolo medio ridotto 44.° 45'.
Suo Log. - - = 9. 8475. )( Log. cost. - - = 7. 8846.
Metà - - = 4. 9237. )( Log. sottratt. - = 4. 9237.

Log. della velocità - - - = 2. 9609.

a cui si devono soldi 9. 14. di velocità.

Esp. V.

Angolo medio ridotto 53.° 30'.
Suo Log. - - = 9. 9051. )( Log. cost. - - = 7. 8846.
Metà - - = 4. 9525. )( Log. sottr. - - = 4. 9525.

Logaritmo della velocità - = 2. 9321.

a cui devonsi soldi 8. 55. cent.

Esp.

Esp. VI.

Angolo medio ridotto 87.° 30'.

Suo Log - - = 9. 9995. ⟩⟨ Log. cost. - - = 7. 8846.
Metà - - = 4. 9997. ⟩⟨ Sottrattivo - - = 4. 9997.

Logaritmo della velocità - = 2. 8849.

a cui competono soldi 7. 72. cent.

Non si potè continuare le sperienze, perchè le libbre 12. erano eccessive, ed abbassando un altro poco la Ventola, l'indice oltrepassava al secondo Quadrante. Intanto però si scorge assai chiaramente, che eccettuata la velocità del secondo Strato, che cresce di 17. cent. di soldo, le altre vanno sempre scemando, e siamo ancora lontani dal fondo. Poichè dalla superficie dell'acqua sino all'Esp. V. abbiamo la profondità di braccio 1. soldi 5.

*Analisi della seconda Serie d'esperienze al Lago di Castiglione, che potrà vedersi al N.° 15.*

*Num.* 207. Non potendosi a ciascuna Serie di queste sperienze trovare l'assoluta velocità superficiale, perchè non sempre fu misurata, servirà l'esprimere tal velocità col numero 1000, cioè colla caratteristica 3. de' Logaritmi.

Esp. I.

Col detto peso di libbre 6. l'angolo medio ridotto fu di 21.° 30', e la sua velocità superficiale di parti 1000, come si è detto.

Esp. II.

Collo stesso peso abbassando la Ventola di soldi 5. l'angolo ridotto fu di 21.° 30', come nella prima. Onde la velocità sarà la stessa di parti 1000.

Esp. III.

Con altro simile abbassamento, si ottenne l'angolo medio ridotto di 24.° o'. Log. costante di questa Serie - = 7. 7820.

Log. del seno di 24.° o'. )( Log. sottr. - - - = 4. 8047.
- - - - - = 9. 6093. )(
Metà - - = 4. 8047. )( Residuo - - = 2. 9773.

a cui devesi la velocità di parti 949.

Esp. IV.

Colla maggior immersione di soldi 5. l'angolo medio ridotto divenne di 26.° o'.

Log. del seno - = 9. 6418. )( Log. cost. - - = 7. 7820.
Sua metà - = 4. 8209. )( Sottrattivo - - = 4. 8209.

Logaritmo della velocità - - = 2. 9611.

a cui devonsi parti 915.

Esp. V.

Con altri soldi 5. l'angolo fu di 27.° 45'.

Log. del seno - = 9. 6680. )( Log. cost. - - = 7. 7820.
Sua metà - = 4. 8340. )( Sottrattivo - - = 4. 8340.

Residuo - - - - - - - - = 2. 9480.

al quale corrispon derà la velocità di parti 888.

Esp. VI.

Con simile abbassamento della Ventola, si osservò l'angolo medio corretto di 29.° 45'.

Log. del seno - = 9. 6956. )( Log. cost. - - = 7. 7820.
Sua metà - = 4. 8478. )( Sottrattivo - - = 4. 8478.

Residuo - - - - - - - = 2. 9342.

a cui corrisponde la velocità di parti 858.

Esp.

Esp. VII.

Con altro sbassamento della Ventola, l' angolo ridotto fu di 30 ° 15'.

Suo Log. - - = 9. 7022. )( Log. cost. - - = 7. 7820.
Sua metà - = 4. 8511. )( Sottrattivo - - = 4. 8511.

Log. della velocità - - - = 2. 9309.

a cui corrispondono parti 853.

Esp. VIII.

Coll' ultima immersione della Ventola di soldi 5. l'angolo crebbe sino a 32.° 37' ½.

Suo Log. - - = 9. 7317. )( Log. costante - = 7. 7820.
Sua metà - = 4. 8659. )( Log. sottrattivo = 4. 8659.

Residuo - - - - - - - - = 2. 9161.

a cui corrisponde la velocità di parti 824.

Da questa Serie di esperienze deducesi, che la velocità sino alla profondità di soldi 15. si mantenne costante, e che dalla medesima sino alla profondità di braccia 2. andò sempre gradatamente scemando, sino a ridursi a parti 824. alla distanza dal fondo di 2. in 3. soldi. Se suppongasi la velocità della superficie di soldi 10, quella prossima al fondo sarà di 8. 24. Dal che comprendesi, che nelle piccole celerità, come sono le presenti, le diminuzioni della celerità non giungono ad ⅕ della velocità superficiale.

Cospira alla stessa conseguenza la prima Serie, nella quale la velocità della superficie era di soldi - - - = 10. 79. cent.

Quella prossima al fondo di soldi - - = 8. 27.

La differenza sarà di soldi - - - - - - = 2. 52.

che è un poco più della quinta parte della velocità della su-

perficie. Si vedrà se la stessa cosa ci paleseranno le altre Serie delle velocità degli Strati.

*Analisi della terza Serie di esperienze fatte al Lago di Castiglione, e registrate nel Libro I. N.° 16.*

*Num.* 208. Furono aggravate libbre 9. per render maggiore la differenza degli angoli. Colla Ventola libera oscillava la lancetta tra 10.°, ed 11.° E così correzione sottrattiva sarà di 10.° 30′.

Esp. I.

Il primo angolo osservato, quando l'orlo superiore della Ventola radeva la superficie dell'acqua era di 37.° 30′.

Logaritmo - - - - - - - - - - - - = 9 7844.
Metà - - - - - - - - - - = 4. 8922.

Sarà il Log. costante di - - - - = 7. 8922.

La velocità si fa di parti 1000. al solito.

Esp. II.

Abbassati soldi 5. l'angolo era a 39.° 30′.

Logaritmo - = 9. 8035. )( Log. costante - = 7. 8922.
Metà - - = 4. 9017. )( Log. sottrattivo = 4. 9017.

Logaritmo della velocità - - = 2. 9905.

a cui si devono parti 978.

Esp. III.

Con altro sbassamento l'angolo medio ridotto era di 36.° 30′.

Suo Log. - - - = 9. 7743. )( Log. cost. - - = 7. 8922.
Sua metà - = 4. 8871. )( Sottrattivo - - = 4. 8871.

Residuo - - - - - - - - = 3. 0051.

a cui devesi la velocità di parti 10.12.

Esp.

Esp. IV.

Collo sbassamento di altri soldi 9. l'angolo era il medesimo, e così la velocità di parti 10. 12.

Esp. V.

Fu abbassata la Ventola sino al fondo prossimamente, e fu osservato l'angolo di 60.° 42.' ½.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Logaritmo - = 9. 9405. | )( | Log. cost. - - | = 7. 8922. |
| Metà - - = 4. 9702. | )( | Log. sott. - - | = 4. 9702. |
| | | Residuo - - - - - - - - | = 2. 9220. |

a cui si devono parti 8. 36.

La presente Serie non fu fatta completamente, perchè la Marea ne turbava i risultati. Pure tale quale ella è, ci dimostra, che sotto la superficie dell'acqua per un braccio in circa, la velocità o si mantien costante, o cresce un tantino. Ma che poi avvicinandosi la Ventola al fondo la velocità, vedesi assai diminuita. Paragonando le parti 10. 09. della velocità superficiale, colle parti 8. 36. in vicinanza del fondo, trovasi la diminuzione minore di ⅕, come era nella seconda Serie. Ed è particolare la conformità di queste due Serie fatte con pesi differenti, giacchè in quella era la velocità prossima al fondo di 8. 27. ed in questa è di 8. 36.

*Analisi della quarta Serie di sperienze nello stesso Lago di Castiglione registrate al Libro I. N.° 18.*

*Num.* 209. Nell'Esp. I. fu osservata l'oscillazione della Ventola libera di misura media gradi 10. 30. che sono sempre sottrattivi.

Esp.

Esp. II.

Fu aggravato il peso di libbre 6. perchè era tenue la velocità della corrente, e l'angolo medio ridotto era di 37.° 52'.

Log. del seno - = 9. 6697 )( Onde il Log. costante per la
Sua metà - = 4. 8948. )( presente Serie sarà di 7. 8948.

Esp. III.

Abbassando la Ventola soldi 5. l'angolo era di 29.° 15'.

Suo Log. - - - = 9. 6889. )( Log. cost. - - - = 7. 8948.
Metà - - - = 4. 8444. )( Sottrattivo - - - = 8444.

a cui devonsi parti 9. 78. per la velocità.

Esp. IV.

Con altra immersione uguale, l'angolo fu di 27.° 45'.

Log. - - - = 9. 6680. )( Log. cost. - - - = 7. 8348.
Metà - - - = 4. 8340. )( Log. sott. - - = 4. 8340.

Residuo - - - - - - - - - = 3. 000.

a cui si devono per la velocità parti 10. 22.

Esp. V.

Con altro uguale abbassamento, l'angolo ridotto fu di 28.° 30'.

Suo Log. - - = 9. 6786. )( Log. cost. - - = 7. 8348.
Metà - - = 4. 8393. )( Log. sott. - - = 4 8393.

Residuo - - - - - - - - = 2. 9955.

a cui devesi la velocità di parti 9. 90.

Esp. VI.

Col nuovo solito sbassamento, l'angolo era di 32.° 15'.

Log. del seno - = 9. 7272. )( Log. cost. - - = 7. 8348.
Sua metà - = 4 8636. )( Sottrattivo - - = 4. 8636.

Residuo - - - - - - - - = 2. 9712.

a cui si devono parti 9. 36.

Esp.

Esp. VII.

Con altro simile sbassamento era l'angolo di 36.° 30′.

Log. del seno - = 9. 7743. )( Log. cost. - - = 7. 8348.
Sua metà - = 4. 8871. )( Sottrattivo - - = 4. 8871.

Residuo - - - - - - - - = 2. 9477.

a cui si devono parti 8. 87. di celerità.

Esp. VIII.

Con una nuova immersione, l'angolo crebbe a 44.° 0′.

Log. del seno - = 9. 8417. )( Log. cost. - - = 7. 8348.
Sua metà - = 4. 9208. )( Sottrattivo - - = 4. 9208.

Residuo - - - - - - - - = 2. 9140.

a cui si devono parti 8. 21.

Esp. IX.

Con altro sbassamento, aumentò l'angolo a 47.° 15′.

Log. del seno - = 9. 8658. )( Log. cost. - - = 7. 8348.
Metà - - - = 4. 9329. )( Sottrattivo - - = 4. 9329.

Residuo - - - - - - - - = 2. 9019.

a cui si devono per la velocità parti 7. 97.

Esp. X.

Fatto l'ultimo sbassamento, l'angolo fu di 53.° 30′.

Log. del seno - = 9. 9051. )( Log. cost. - - = 7. 8348.
Metà - - - = 4. 9525. )( Sottrattivo - - = 4. 9825.

Residuo - - - - - - - - = 2. 9823.

a cui devesi la velocità di parti 7. 63.

*Num.* 210. Avvertasi nel registro delle sperienze, che fu subito misurato il fondo del Canale, e l'anello inferiore dove giunse la Ventola, e si trovò che la profondità dell'acqua era

laibrac-

a braccia 2. soldi 8. 8, e la profondità del ferro di 2. 5. 8. Onde la Ventola era lontana dal fondo di soldi 3. nell'Esp. X.

Dalla Serie presente argomentiamo, che la velocità degli Strati nelle Sperienze II., III., IV., V., cioè alla profondità di braccia 1¾, si mantengono quasi della stessa misura, essendo tenuissimo il divario nel più, o nel meno, e che dall'Esperienza V. fino alla X. esse vanno notabilmente scemando, fino a ridursi presso il fondo di parti 7. 63. La differenza della velocità superficiale a quella prossima al fondo è di parti 2. 37., che è un poco più del quinto della velocità superficiale. Ma più minutamente deduconsi le conseguenze al Num. 19. dopo la Serie di tutte le X. Sperienze. Onde alle medesime mi rimetto, avvertendo, che ivi gli angoli citati non son ridotti, come è stato praticato nell'Analisi di questa quarta Serie.

## *Analisi della quinta Serie delle sperienze fatte sul Lago di Castiglione, che son registrate al N.° 20.*

*Num.* 211. Furono collocate libbre 8. di peso per esser maggiore la corrente, e l'angolo medio corretto era di 36.° 30′.

Suo Log. - - = 9. 7743. )( Il Log. cost. sarà = 7. 8871.

Metà - - = 4. 8871. )( La velocità alla superficie si suppone di parti 1000.

Esp. II.

Fu al solito sommersa la Ventola di soldi 5, e l'angolo medio ridotto era di 39.° 0′.

Suo Log. - - = 9. 7988. )( Log. cost. - - = 7. 8871.

Metà - - = 4. 8994. )( Log. sottr. - - = 4. 8994.

Residuo - - - - - - = 2. 9877.

a cui si devono parti 972. di velocità.

Esp. III.

Con altra simile immersione, fu l'angolo di 38.° 30'.

Suo Log. - - = 9. 7941. )( Log. cost. - - = 7. 8871.
Metà - - = 4. 8971. )( Log. sottratt. - = 4. 8971.

Logaritmo della velocità - - = 2. 9900.

a cui devonsi parti 9. 78.

Esp. IV.

Con altra simile immersione di soldi 5. l'angolo medio ridotto era di 41.° 0'.

Log. del seno - = 9. 8169. )( Log. costante - = 7. 8871.
Metà - - = 4. 9084. )( Log. sottrattivo = 4. 9084.

Residuo - - - - - - - - = 2. 9787.

a cui si devono parti 95.

Esp. V.

Con altra simile immersione, era l'angolo di 46.° 0'.

Suo Log. - - = 9. 8569. )( Log. cost. - - = 7. 8871.
Metà - - = 4. 9285. )( Log. sott. - - = 4. 9285.

Residuo - - - - - - - - = 2. 9586.

a cui corrisponde la velocità di parti 909.

Esp. VI.

Con altro abbassamento di soldi 5. l'angolo era di 47.° 0'.

Suo Log - - = 9. 8641. )( Log. cost. - - = 7. 8871.
Metà - - = 4. 9322. )( Log. sottratt. - = 4. 9322.

Logaritmo della velocità - = 2. 9549.

che sarà di parti 901.

Esp. VII.

In questa esperienza fu abbassata la Ventola sino al fondo del bracciuolo per soldi 11, ed il suo angolo ridotto era di 66.° 30′.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Log. del seno - | = 9. 9623 | Log. coss. - - - | = 7. 8871. |
| Metà - - | = 4. 9812 | Log. sottr. - - | = 4. 9812. |
| | | Residuo - - - - - - - - | = 2. 9059. |

a cui deesi la velocità di parti 805.

*Num.* 212. Deducesi da questa Serie, che la velocità della superficie era la massima, e che da essa gli Strati inferiori diminuivano la velocità, eccettuata solo l' Esp III., in cui crebbe di 6. parti rispetto a quella dell' Esp. II.

E che vicino al fondo circa soldi 3. la velocità era scemata di ⅕ rispetto alla superficie.

Avvertesi nel registro delle sperienze, che la bassa Marea aumentava la corrente. Benchè questa Marea sia tenue nel Porto di Castiglione, pure uno, o due pollici di sbassamento di Mare in queste si dilicate sperienze, possono produrre un effetto sensibile, e da ciò pare, che sia addivenuto, che la velocità superficiale sia massima, e che le altre degli Strati inferiori vadano lentamente descrescendo.

*Num.* 213. Considerando ora tutte le cinque Serie delle sperienze fatte sul Canal Reale del Lago, ne viene in conseguenza.

Primieramente, che la scala Parabolica delle velocità, ed ancora la triangolare, non abbiano luogo nei naturali fenomeni delle acque; giacchè secondo tali due scale le velocità devono sempre crescere sino al fondo, o almeno ad uno Strato prossimo al medesimo, ed in tante sperienze accade tutto al contrario,

trario, che tal velocità decresca notabilmente, andando dalla superficie verso il fondo.

In secondo luogo, che la massima velocità in alcune sperienze mostrasi alla superficie, e qualcheduna la palesa alla profondità di soldi 15. in circa, che rispetto a soldi 45. è la terza parte della profondità.

In terzo luogo, che in assaissime sperienze le velocità degli Strati immediati sotto la superficie, o si mostrano costanti, e decrescono assai poco, ma al contrario dalla metà delle profondità sino al fondo la diminuzione è considerabile.

E finalmente, che questa tal diminuzione non può attribuirsi alla resistenza del fondo, perchè essa è sensibilissima lungi dal fondo un braccio, e più; ed inoltre le sperienze, che diconsi fatte al fondo, sono ordinariamente lontane dal medesimo circa soldi 3, dove pare, che i soffregamenti dell' Alveo debbano essere annientati.

*Num.* 214. Contro queste sperienze potrebbe opporsi primieramente, che essendo esse state fatte alla distanza di circa un miglio dal Mare, possono bensì servir di regola in altre analoghe circostanze, ma non già ne' tronchi de' Fiumi, che sono dal Mare remotissimi, dove non giugnendo la resistenza delle acque Marine, che nel nostro caso possono considerarsi come stagnanti, potrebbono i Fenomeni mostrarsi ben differenti.

Potrebbe ancora opporsi, che la profondità dell' acqua nel detto Canale non è tanto grande, che possa far distinguere notabilmente gli effetti della pressione delle diverse colonne del fluido, e che perciò a voler ben giudicare delle diverse scale delle velocità, convenisse trascegliere Canali, e Fiumi di mag-

giori profondità di acque. La prima di queste due eccezioni merita ogni buon riflesso, ma non così la seconda, giacchè la profondità di braccia 2. soldi 8. non è così tenue, che la gravitazione del fluido possa dirsi assai piccola, come se essa fosse di uno, o due soldi, ed in questi ancora non è piccola la gravitazione, che genera una velocità molto notabile.

*Num.* 215. Onde più per rispondere alla prima difficoltà, che per altra ragione, io ho trasportate le mie sperienze sul Fiume Arno, formando per esso un gran Castello, che possa ancora resistere alle sue piene, almeno mediocri. Ho trascelto un ramo di questo Fiume ben lontano dal Mare di circa miglia 20, secondando la tortuosità del medesimo. E benchè io non abbia un esatta livellazione da tal punto fino al Mare, pure da altre livellazioni posso dedurre, che il ramo trascelto tra la foce della Gusciana, e lo sbocco del Fiume Éra, ha di cadura circa braccia 28. Onde, e per distanza, e per la caduta noi siamo ben lontani dalle resistenze del Mare. In tutto il tronco fino al Mare non ci è alcun ostacolo di Pescaje, o di altra qualità, sicchè possano ad esse attribuirsi le minori velocità del fondo. Per tutte queste ragioni le sperienze fatte sull'Arno intorno alle velocità degli Strati del fluido dalla superficie fino al fondo, sono affatto decisive o in favore, o contro la legge delle velocità degli Strati espressa finora, o con una Parabola, o con un area triangolare.

*Num.* 216. Nel registro di tali sperienze, che possono consultarsi al Libro I. sei sarebbono le Serie fatte a tale intendimento, ma non essendo complete le due prime, esaminerò le ultime quattro, nelle quali è visibile la diligenza di osservare per due volte l'angolo medio delle due oscillazioni.

E giac-

E giacchè la velocità dell'Arno era molto maggiore di quella del Canal di Castiglione, e la Ventola pure di area maggiore, i pesi erano molto considerabili, e per avere un angolo prossimo ad un Semiretto, mi conveniva aggravarvi pesi di libbre 60. nella prima stazione.

Ma perchè nella seconda stazione la sezione del Fiume era grandissima, la velocità diveniva molto piccola, e così il peso proporzionato era di sole libbre 5. Io ho variate le due stazioni per esaminare, se le grandi, o le piccole celerità facessero del divario nella vera scala delle velocità, ovvero se la legge fosse la stessa con piccola differenza, la quale potesse attribuirsi agli errori inevitabili di queste sperienze, ed alle continue oscillazioni del fluido sempre variabile nelle sue forze, e nelle sue direzioni.

Con tali avvertenze sono state eseguite le numerose sperienze racchiuse nelle quattro classi seguenti. In esse in vece di formare quattro ristrette Tavole, ho voluto inserire tutta la Serie de' Calcoli, affinchè ciascun possa sodisfarsi in una materia, che diviene interessantissima. Giacchè in essa niente meno si tratta, che di abbandonare tutti gli antichi metodi praticati finora per la legge delle velocità degli Strati diversi delle acque correnti. E siccome su tal legge sono stati fondati tutti i Problemi, per determinare le portate de' Fiumi, per fissare gl' incrementi delle Piene per l'unione di nuovi influenti, e viceversa i decrementi per qualche nuova diramazione; così non dee tralasciarsi nè fatica, nè diligenza per assicurarsi della precisa necessità di abbandonare le scale delle velocità usate fin quì, e di risolvere altrimenti un gran numero di Problemi Idraulici. Sarà adunque

*Ana-*

*Analisi della prima Serie di sperienze fatte sul Fiume Arno sotto allo sbocco della Gusciana, come al Libro I. N.° 39.*

*Num.* 217. Il peso aggravato costantemente a tutte le profondità, alle quali si faceva discendere la Ventola, fu di lib. 60.

Esp. I.

Nella prima Esperienza si rilevò, che l'indice in vece di segnare i 90.° oltrepassava di misura media 1.° 30'. Onde questa riduzione sottrattiva si adatterà a tutti gli archi, che si osserveranno.

Esp. II.

Collocando la Ventola precisamente sotto la superficie del fluido, che ne radeva la linea superiore, l'angolo medio osservato nell'oscillazione, fu di 51.° 30'. Onde riducendolo come è stato detto all'Esp. I. resterà di 50.° 00'. In queste sperienze si devono pigliare i complementi, ed il complemento sarà di 40.° 00'.

Il Logaritmo del seno sarà - - = 9. 8080.
Sua metà - - - - - - - = 4. 9040.

Ed aggiungendovi 3, sarà il Logaritmo costante che dee servire per l'esperienze di questa Serie - = 7. 9040.

La velocità superficiale si fa al solito di parti 10. 00.

Esp. III.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Angolo ridotto | = 49. 22. | | Abbassamento soldi 6. 25. cent. | |
| Complemento - | = 40. 38. | )( | Log. cost. - - = | 7. 9040. |
| Logaritmo - - | = 9. 8137. | )( | Sottrattivo - = | 4. 9068. |
| | | )( | | |
| Metà - | = 4. 9068. | )( | Residuo - - = | 2. 9972. |

a cui si deve la velocità di parti 994.

Esp.

Esp. IV.

Angolo ridotto = 49. 52. Abbassamento soldi 6. 25. cent.
Complemento - = 40. 8. )( Log. cost. - - = 7. 9040.
Logaritmo - - = 9. 8092. )( Sottrattivo - = 4. 9046.
)(
Metà - = 4. 9046. )( Residuo - - = 2. 9994.
a cui si deve la velocità di parti 999.

Esp. V.

Angolo ridotto = 48. 22. Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento - = 41. 38. )( Log. cost. - - = 7. 9040.
Logaritmo - - = 9. 8224. )( Sottrattivo - = 4. 9112.
)(
Metà - = 4. 9112. )( Residuo - - = 2. 9928.
a cui si deve la velocità di parti 9. 84.

Esp. VI.

Angolo ridotto = 44. 15. Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento - = 45. 45. )( Log. cost. - - = 7. 9040.
Logaritmo - - = 9. 8550. )( Sottrattivo - = 4. 9275.
)(
Metà - = 4. 9275 )( Residuo - - = 2. 9765.
a cui si deve la velocità di parti 9. 47.

Esp. VII.

Angolo ridotto = 42. 21. Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento - = 47. 39. )( Log. cost. - - = 7. 9040.
Logaritmo - - = 9. 8676. )( Sottrattivo - = 4. 9338.
)(
Metà - = 4. 9338. )( Residuo - - = 2. 9702.
a cui si deve la velocità di parti 9. 34.

Esp. VIII.

Angolo ridotto = 41. 45. Abbassamento soldi 6. 25. cent.
Complemento - = 48. 15. )( Log. cost. - - = 7. 9040.
Logaritmo - - = 9. 8727. )( Sottrattivo - = 4. 9363.
)(
Metà - = 4. 9363. )( Residuo - - = 2. 9677.

a cui si deve la velocità di parti 9[illegible]8.

Esp. IX.

Angolo ridotto = 40. 48. Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento - = 49. 12. )( Log. cost. - - = 7. 9040.
Logaritmo - - = 9. 8790. )( Sottrattivo - = 4. 9395.
)(
Metà - = 4 9395. )( Residuo - - = 2. 9645.

a cui si deve la velocità di parti 921.

Esp. X.

Angolo ridotto = 36. 22. Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento - = 53. 38. )( Log. cost. - - = 7. 9040.
Logaritmo - - = 9. 9059. )( Sottrattivo - = 4. 9529.
)(
Metà - = 4. 9529. )( Residuo - - = 2. 9511.

a cui si deve la velocità di parti 894.

Esp. XI.

Angolo ridotto = 33. 37. Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento - = 56. 23. )( Log. costante - = 7. 9040.
Logaritmo - - = 9. 9205. )( Sottrattivo - = 4. 9602.
)(
Metà - = 4. 9602. )( Residuo - - = 2. 9438.

a cui si deve la velocità di parti 879.

Esp.

Eſp. XII.

Angolo ridotto = 32. 7. Abbaſſamento ſoldi 6. 25. cent.<br>
Complemento - = 57. 53. )( Log. coſt. - - = 7. 9040.<br>
Logaritmo - - = 4. 9278. )( Sottrattivo - = 4. 9639.<br>
)(<br>
Metà - = 4. 9639. )( Reſiduo - - = 2. 9401.<br>
a cui ſi deve la velocità di parti 871.

Eſp. XIII.

Angolo ridotto = 30. 18. Abbaſſamento ſoldi 6. 25.<br>
Complemento - = 59. 42. )( Log. coſt. - - = 7. 9040.<br>
Logaritmo - - = 9. 9362. )( Sottrattivo - = 4. 9681.<br>
)(<br>
Metà - = 4. 9681. )( Reſiduo - - = 2. 9359.<br>
a cui ſi deve la velocità di parti 863.

Eſp. XIV.

Angolo ridotto = 24. 30. Abbaſſamento ſoldi 6 25.<br>
Complemento - = 65. 30. )( Log. coſt. - - = 7. 9040.<br>
Logaritmo - - = 9. 9590. )( Sottrattivo - = 4. 9795.<br>
)(<br>
Metà - = 4. 9795. )( Reſiduo - - = 2. 9245.<br>
a cui ſi deve la velocità di parti 821.

Eſp. XV.

Angolo ridotto = 18. 30. Abbaſſamento ſoldi 6. 25.<br>
Complemento - = 71. 30. )( Log. coſt. - - = 7. 9040.<br>
Logaritmo - - = 9. 9769. )( Sottrattivo - = 4. 9884.<br>
)(<br>
Metà - = 4. 9884. )( Reſiduo - - = 2. 9156.<br>
a cui ſi deve la velocità di parti 824.

Esp. XVI.

Angolo ridotto = 16. 15. Abbassamento soldi 6. 25 cent.
Complemento - = 73. 45. )( Log. cost. - - = 7. 9040.
Logaritmo - - = 9. 9822. )( Sottrattivo - = 4. 9911.
)(
Metà - = 4. 9911. )( Residuo - - = 2. 9129.
a cui si deve la velocità di parti 818.

Esp. XVII.

Angolo ridotto = 0. 0000 Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento - = 10. 0000. )( Log. cost. - - = 7. 9040.
)(
Metà - = 5. 0000. )( Sottrattivo - = 5. 0000.

Residuo - - = 2. 9040.
a cui si deve la velocità di parti 802.

*Num.* 218. Compite le velocità di questa prima Serie di esperienze fatte sul Fiume Arno, da esse rileviamo.

Primieramente, che tutta la profondità dell' acqua, alla quale discese la Ventola Idraulica, fu di braccia 5. 6. 25. cent. Poichè l' altezza della Ventola alla prima sua sommersione era di soldi 12 ½, e le immersioni di essa furono 15, ciascuna delle quali era di soldi 6. 25. cent. Onde la somma sarà di braccia 5. 6. 25. di profondità, che per queste sperienze è molto considerabile.

In secondo luogo, che vedesi un aumento tenuissimo di sole 4. parti millesime all' Esp. IV., cioè alla profondità di braccia 1. soldi 5, e che di lì in poi, la velocità va sempre diminuendo, riducendosi all' Esp. XVII. di parti 806. Mancavano però per giugnere al fondo del Fiume almeno soldi 8. E così la velocità più vicina al fondo doveva esser minore.

In terzo luogo, che paragonando questa prima Serie eseguita sul Fiume Arno colle altre 5. praticate nel Canale del

Lago

Lago di Caſtiglione, eſſe ci paleſano gli ſteſſi riſultati con uniformita affatto mirabile, cioè.

Che la maſſima velocità è, o alla ſuperficie delle acque correnti, o poco ſotto alla medeſima; che le velocità da principio diminuiſcono di poco, ma che avvicinandoſi al fondo i loro decrementi ſon più celeri. E che in conſeguenza non poſſono aver luogo ne' naturali fenomeni delle acque le ſcale delle velocità adoperate finora, ma convien roveſciarle, collocando le più piccole ſemiordinate verſo il fondo, e le maggiori verſo la ſuperficie.

Nelle altre Analiſi, che ſoggiugnerò, altro non ſi dedurrà, che una più evidente conferma di queſta vera legge delle velocità.

*Analiſi della ſeconda Serie di eſperienze fatte ſul Fiume Arno ſotto lo sbocco della Guſciana, come al Libro I. N.* 40.

*Num.* 219. Il peſo aggravato coſtantemente a tutte le profondità, alle quali ſi faceva diſcendere la Ventola, fu di libbre 40.

Eſp. I.

Nella prima Eſperienza ſi rilevò, che l'indice in vece di ſegnare i gradi 90. oltrepaſſava di miſura media 1.° 30′. Onde queſta riduzione ſottrattiva ſi adatterà a tutti gli archi, che ſi oſſerveranno.

Eſp. II.

Collocando la Ventola preciſamente ſotto la ſuperficie, che ne radeva la linea ſuperiore, l'angolo medio oſſervato nell' oſcillazione fu di 68.° 56′. Onde riducendolo, come è ſtato

detto all'Esp. I. resterà di 67′. 26′. In queste sperienze si devono pigliare i complementi.

Ed il complemento sarà di 22.° 34′.

Il Logaritmo del seno sarà - - - - = 9. 5840.

Sua metà - - - - - - - - - - - - = 4. 7920.

Ed aggiungendovi 3. sarà il Logaritmo costante, che dee servire per l'esperienze di questa Serie - - - = 7. 7920.

La velocità superficiale si fa al solito di parti 10. 00.

Esp. III.

Abbassamento della Ventola soldi 6. 25. cent.

Angolo ridotto = 67. 37.
Complemento - = 22. 23. )( Log. cost. - - - = 7. 7920.
Suo Logaritmo = 9. 5806. )( Log. sottrat. - = 4. 7903.
Metà - = 4. 7903. )( Residuo - - - = 3. 0017.

a cui si devono parti 10. 04. di velocità.

Esp. IV.

Angolo ridotto = 66. 45. Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento - = 23. 15. )( Log. cost. - - - = 7. 7920.
Logaritmo - - = 9. 5963. )( Sottrattivo - = 4. 7981.
Metà - = 4. 7981. )( Residuo - - - = 2. 9939.

a cui corrispondono parti 9. 86. di velocità.

Esp. V.

Angolo ridotto = 65. 33. Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento - = 24. 27. )( Log. costante - = 7. 7920.
Logaritmo - - = 9. 6168. )( Sottrattivo - = 4. 8419.
Metà - = 4. 8419. )( Residuo - - - = 2. 9836.

a cui compete la velocità di parti 9. 63.

Esp.

Eſp. VI.

Angolo ridotto = 61. 7. Abbaſſamento ſoldi 6. 25. cent.

Complemento - = 28. 53. )( Log. coſtante - = 7. 7920.

Logaritmo - - = 9. 6839. )( Sottrattivo - = 4. 8419.

)(

Metà - = 4. 8419. )( Reſiduo - - = 2. 9501.

a cui ſi deve la velocità di parti 8. 92.

Eſp. VII.

Angolo ridotto = 60. 40. Abbaſſamento ſoldi 6. 25.

Complemento - = 29. 20. )( Log. coſt. - - = 7. 7920.

Logaritmo - - = 9. 6900. )( Sottrattivo - = 4. 8450.

)(

Metà - = 4. 8450. )( Reſiduo - - = 2. 9470.

a cui deveſi la velocità di parti 8. 85.

Eſp. VIII.

Angolo ridotto = 59. 00. Abbaſſamento ſoldi 6. 25.

Complemento - = 31. 00. )( Log. coſt. - = 7. 7920.

Logaritmo - - = 9. 7118. )( Sottrattivo - = 4. 8559.

)(

Metà - = 4. 8559. )( Reſiduo - - = 2. 9361.

a cui corriſponde la velocità di parti 8. 63.

Eſp. IX.

Angolo ridotto = 60. 37. Abbaſſamento ſoldi 6. 25.

Complemento - = 29. 23. )( Log. coſt. - - = 7. 7920.

Logaritmo - - = 9. 6907. )( Sottrattivo - = 4. 8453.

)(

Metà - = 4. 8453. )( Reſiduo - - = 2. 9467.

a cui ſi deve la velocità di parti 8. 85.

Eſp.

Esp. X.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Angolo ridotto | = 60. 00. | | Abbassamento soldi 6. 25. cent. | |
| Complemento - | = 30. 00. | )( | Log. cost. - - - | = 7. 7920. |
| Logaritmo - - | = 9. 6989. | )( | Sottrattivo - | = 4. 8494. |
| Metà - | = 4. 8494. | )( | Residuo - - | = 2. 9426. |

a cui compete la velocità di parti 8. 76.

Esp. XI.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Angolo ridotto | = 57. 37. | | Abbassamento soldi 6. 25. | |
| Complemento - | = 32. 23. | )( | Log. cost. - - - | = 7. 7920. |
| Logaritmo - - | = 9. 7288. | )( | Sottrattivo - | = 4. 8644. |
| Metà - | = 4. 8644. | )( | Residuo - - | = 2. 9276. |

a cui si deve la velocità di parti 8. 47.

Esp. XII.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Angolo ridotto | = 57. 45. | | Abbassamento soldi 6. 25. | |
| Complemento - | = 32. 15. | )( | Log. cost. - - - | = 7. 7920. |
| Logaritmo - - | = 9. 7272. | )( | Sottrattivo - | = 4. 8636. |
| Metà - | = 4. 8636. | )( | Residuo - - | = 2. 9284. |

a cui si deve la velocità di parti 8. 48.

Esp. XIII.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Angolo ridotto | = 54. 52. | | Abbassamento soldi 6. 25. | |
| Complemento - | = 35. 8. | )( | Log. cost. - - - | = 7. 7920. |
| Logaritmo - - | = 9. 7600. | )( | Sottrattivo - | = 4. 8800. |
| Metà - | = 4. 8800. | )( | Residuo - - | = 2. 9120. |

a cui corrisponde la velocità di parti 8. 17.

Esp.

Eſp. XIV.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Angolo ridotto | = 53. 33. | | Abbaſſamento ſoldi 6. 25. cent. | |
| Complemento - | = 36. 27. | )( | Log. coſt. - - | = 7. 7920. |
| Logaritmo - - | = 9. 7738. | )( )( | Sottrattivo - | = 4. 8869. |
| Metà - | = 4. 8869. | )( | Reſiduo - - | = 2. 9051. |

a cui ſi deve la velocità di parti 8. 04.

Eſp. XV.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Angolo ridotto | = 52. 30. | | Abbaſſamento ſoldi 6. 25. | |
| Complemento - | = 37. 30. | )( | Log. coſt. - - | = 7. 7920. |
| Logaritmo - - | = 9. 7844. | )( )( | Sottrattivo - | = 4. 8922. |
| Metà - | = 4. 8922. | )( | Reſiduo - - | = 2. 8998. |

a cui deveſi la velocità di parti 7. 94.

Eſp. XVI.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Angolo ridotto | = 48. 52. | | Abbaſſamento ſoldi 6 25. | |
| Complemento - | = 41. 8. | )( | Log. coſt. - - | = 7. 7920. |
| Logaritmo - - | = 9 8181. | )( )( | Sottrattivo - | = 4. 9090. |
| Metà - | = 4. 9090. | )( | Reſiduo - - | = 2. 8830. |

a cui competono parti 7. 59. di velocità.

Eſp. XVII.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Angolo ridotto | = 37. 52. | | Abbaſſamento ſoldi 6. 25. | |
| Complemento - | = 50. 8. | )( | Log. coſt. - - | = 7. 7920. |
| Logaritmo - - | = 9. 8851. | )( )( | Sottrattivo - | = 4. 9425. |
| Metà - | = 4. 9425. | )( | Reſiduo - - | = 2. 8495. |

a cui ſi devono parti 7. 07. di velocità.

In queſta ſeconda Serie di eſperienze le immerſioni della Ventola furono 15, ciaſcuna delle quali era di ſoldi 6. 25. cent. che fanno braccia 4. ſoldi 13. 75. cent. alle quali aggiugnendo

ſoldi

foldi 12. 50. della prima fommerfione della Ventola, così avremo la profondità dell'acqua di braccia 5. 6. 25. cent.

*Num.* 220. Ecco, che confiderando quefta feconda Serie di efperienze fatte ful Fiume Arno, deduconfi le fteffe illazioni, che nella prima, sì in ordine alle velocità fuperficiali, che in rapporto a tutte le altre proffime al fondo. Troveraffi avvertito nel Libro I. che la Ventola reftava lontana dal fondo circa foldi 15. Un tal fenomeno accadeva per le refiftenze, che opponeva il Caftello al corfo delle acque, per le quali effe fcavavano una buca immediatamente fotto il bracciuolo dell'Albero, facendo così un fondo maggiore di prima. Il che altro non prova, che le velocità dedotte da quefte fperienze fono un poco troppo lontane dal fondo, e così le velocità ultime fono maggiori, che non farebbono al medefimo fondo, o almeno tre in quattro foldi fopra il medefimo.

### *Analifi della terza Serie di fperienze fatte ful Fiume Arno fotto lo sbocco della Gufciana, come al Libro I. N.° 42.*

*Num.* 221. Il pefo aggravato coftantemente a tutte le profondità, alle quali fi faceva difcender la Ventola, fu di lib. 50.

Efp. I.

Nella prima fperienza fu offervato, che l'indice ofcillava a gradi 90. di mifura media. Onde in quefta efperienza non convien fare alcuna riduzione.

Efp. II.

Collocando la Ventola precifamente fotto la fuperficie che ne radeva la linea fuperiore, l'angolo medio offervato nell'ofcillazione fu di 59.° 45'. In quefte efperienze fi devono pigliare

gliare

gliare i complementi, come è stato fatto nelle due antecedenti Serie. Ed il complemento sarà di 30.° 15′.

| | | |
|---|---|---|
| Il suo Logaritmo sarà - - - - - - | = | 9. 7022. |
| Metà - - - - - - - - - - - - | = | 4. 8511. |
| Ed aggiugnendovi la Caratteristica - - - | = | 3. 0000. |
| Sarà il Logaritmo costante - - - - - | = | 7. 8511. |

che dee servire per l'esperienze di questa Serie.

La velocità superficiale si fa al solito di parti 10. 00.

Esp. III.

Abbassamento della Ventola soldi 6. 25. cent.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Angolo medio | = 58. 52. | | | | |
| Complemento - | = 31. 8. | )( | Log. cost. - - | = | 7. 8511. |
| Logaritmo - - | = 9. 7135. | )( )( | Log. sottrat. - | = | 4. 8567. |
| Metà - | = 4. 8567. | )( | Residuo - - | = | 2. 9944. |

a cui si deve la velocità di parti 9. 87.

Esp. IV.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Angolo medio | = 57. 48. | | Sbassamento soldi 6. 25. cent. | | |
| Complemento - | = 32. 12. | )( | Log. cost. - - | = | 7. 8511. |
| Logaritmo - - | = 9. 7266. | )( )( | Sottrattivo - | = | 4. 8633. |
| Metà - | = 4. 8603. | )( | Residuo - - | = | 2. 9878. |

a cui conviene la velocità di parti 9. 72.

Esp. V.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Angolo medio | = 57. 41. | | Abbassamento soldi 6. 25. | | |
| Complemento - | = 22. 19. | )( | Log. costante - | = | 7. 8511. |
| Logaritmo - - | = 9. 7280. | )( )( | Sottrattivo - | = | 4. 8640. |
| Metà - | = 4. 8640. | )( | Residuo - - | = | 2. 9871. |

a cui si deve la velocità di parti 9. 71.

Esp. VI.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Angolo medio | = 55. 30. | | Abbaſſamento ſoldi 6. 25. cent. | |
| Complemento - | = 34. 30. | )( | Log coſtante - | = 7. 8511. |
| Logaritmo - - | = 9. 7531. | )( )( | Sottrattivo - | = 4. 8765. |
| Metà - | = 4. 8765. | )( | Reſiduo - - | = 2. 9746. |

a cui compete la velocità di parti 9. 43.

Esp. VII.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Angolo medio | = 55. 34. | | Abbaſſamento ſoldi 6. 25. | |
| Complemento - | = 34. 26. | )( | Log. coſt. - - | = 7. 8511. |
| Logaritmo - - | = 9. 7523. | )( )( | Sottrattivo - | = 4. 8761. |
| Metà - | = 4. 8761. | )( | Reſiduo - - | = 2. 9750. |

a cui corriſponde la velocità di parti 9. 44.

Esp. VIII.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Angolo medio | = 55. 7. | | Abbaſſamento ſoldi 6. 25. | |
| Complemento - | = 34. 53. | )( | Log. coſt. - | = 7. 8511. |
| Logaritmo - - | = 9. 7573. | )( )( | Sottrattivo - | = 4. 8786. |
| Metà - | = 4. 8786. | )( | Reſiduo - - | = 2. 9725. |

a cui deveſi la velocità di parti 9. 39.

Esp. IX.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Angolo medio | = 55. 15. | | Abbaſſamento ſoldi 6. 25. | |
| Complemento - | = 34. 45. | )( | Log. coſt. - - | = 7. 8511. |
| Logaritmo - - | = 9. 7558. | )( )( | Sottrattivo - | = 4. 8779. |
| Metà - | = 4. 8779. | )( | Reſiduo - - | = 2. 9725. |

a cui corriſpondono parti 9. 40. di velocità.

Esp.

Esp. X.

Angolo medio = 55. 7. Abbassamento soldi 6. 25. cent.
Complemento - = 34. 53. )( Log. cost. - - = 7. 8511.
Logaritmo - - = 9. 7573. )( Sottrattivo - = 4. 8786.
)(
Metà - - = 4. 8786. )( Residuo - - = 2. 9725.

a cui corrispondono parti 9. 39. di velocità.

Esp. XI.

Angolo medio = 52. 37. Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento - = 37. 23. )( Log. cost. - - = 7. 8511.
Logaritmo - - = 9. 7832. )( Sottrattivo - = 4. 8916.
)(
Metà - - = 4. 8916. )( Residuo - - = 2. 9595.

a cui si deve la velocità di parti 9. 11.

Esp. XII.

Angolo medio = 52. 37. Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento - = 37. 23. )( Log. cost. - - = 7. 8511.
Logaritmo - - = 9. 7832. )( Sottrattivo - = 4. 8916.
)(
Metà - = 4. 8916. )( Residuo - - = 2. 9595.

a cui si deve la velocità di parti 9. 11.

Esp. XIII.

Angolo medio = 50. 30. Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento - = 39. 30. )( Log. cost. - - = 7. 8511.
Logaritmo - - = 9. 8035. )( Sottrattivo - = 4. 9017.
)(
Metà - = 4. 9017. )( Residuo - - = 2. 9494.

a cui compete la velocità di parti 8. 90.

Esp. XIV.

Angolo medio = 48. 45. Abbassamento soldi 6. 25. cent.
Complemento - = 41. 15. )( Log. cost. - - - = 7. 8511.
Logaritmo - - - = 9. 8191. )( Sottrattivo - - = 4. 9095.
)(
Metà - = 4. 9095. )( Residuo - - - = 2. 9416.
a cui competono parti 8. 74. di velocità.

Esp. XV.

Angolo medio = 47. 15. Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento - = 42. 45. )( Log. cost. - - - = 7. 8511.
Logaritmo - - = 9. 8317. )( Sottrattivo - = 4. 9158.
)(
Metà - = 4. 9158. )( Residuo - - = 2. 9353.
a cui corrispondono parti 8. 62. di velocità.

Esp. XVI.

Angolo medio = 45. 30. Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento - = 44. 30. )( Log. cost. - - = 7. 8511.
Logaritmo - - = 9. 8456. )( Sottrattivo - = 4. 9228.
)(
Metà - = 4. 9228. )( Residuo - - = 2. 9283.
a cui devesi la velocità di parti 8. 48.

Esp. XVII.

Angolo medio = 34. 00. Abbassamento soldi 6. 25.
Complemento - = 56. 00. )( Log. cost. - - = 7. 8511.
Logaritmo - - = 9. 9185. )( Sottrattivo - = 4. 9592.
)(
Metà - = 4. 9592. )( Residuo - - = 2. 8919.
a cui corrispondono parti 7. 80. di velocità.

*Num.* 222. Abbiamo parimente in questa terza Serie di sperienze N.° 15. Immersioni della Ventola, ciascuna di soldi 6. 25. cent., che formano braccia 4. soldi 13. 75. centesime alle

alle quali vanno aggiunti soldi 12. 50. centesime dell'altezza della Ventola alla prima sua immersione alla superficie del fluido, così sarà la profondità di braccia 5. soldi 6. 25. cent.

Cospirano tutte queste sperienze alle stesse conseguenze, dedotte nella prima, e nella seconda Serie, e perciò lascio di ripeterle, riserbandomi a riflettervi più lungamente dopo la quarta Classe che seguirà.

*Analisi della quarta Serie di esperienze fatte sul Fiume Arno sotto lo sbocco della Gusciana, come al Libro I. N.° 48.*

*Num.* 223. Il peso aggravato costantemente a tutte le profondità, alle quali si faceva discendere la Ventola, fu di lib. 5.

Esp. I.

Nella prima Sperienza si rilevò, che l'indice oscillava a gradi 90. di misura media.

Esp. II.

Collocando la Ventola precisamente sotto la superficie, che ne radeva la linea superiore, l'angolo medio osservato nell' oscillazione fu di 61.° 30'. Si deve pigliare il complemento, e sarà di 28.° 30'.

| | | |
|---|---|---|
| Il suo Logaritmo | = | 9. 7347. |
| Metà | = | 4. 8678. |
| Ed aggiungendovi la Caretteristica | = | 3. 0000. |

Sarà il Logaritmo costante per la Serie delle sperienze presenti - - - - - - - - - = 7. 8678.

La velocità superficiale si fa al solito di parti 10. 00.

Esp.

Esp. III.

Abbassamento della Ventola soldi 5.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Angolo medio | = 63. 52. | | | | |
| Complemento - | = 26. 28. | )( | Log. cost. - - - | = | 7. 8678. |
| Logaritmo - - | = 9. 6439. | )( | Sottrattivo - | = | 4. 8219. |
| | | )( | | | |
| Metà - | = 4. 8219. | )( | Residuo - - - | = | 3. 9459. |

a cui si devono parti 11. 11. di velocità.

Esp. IV.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Angolo medio | = 57. 19. | | Abbassamento soldi 5. | | |
| Complemento - | = 32. 41. | )( | Log. cost. - - - | = | 7. 8678. |
| Logaritmo - - | = 9. 7323. | )( | Sottrattivo - | = | 4. 8661. |
| | | )( | | | |
| Metà - | = 4. 8661. | )( | Residuo - - - | = | 3. 0017. |

a cui si deve la velocità di parti 10. 04.

Esp. V.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Angolo medio | = 58. 34. | | Abbassamento soldi 5. | | |
| Complemento - | = 31. 26. | )( | Log. cost. - - - | = | 7. 8678. |
| Logaritmo - - | = 9. 7172. | )( | Sottrattivo - | = | 5. 8586. |
| | | )( | | | |
| Metà - | = 4. 8586. | )( | Residuo - - - | = | 3. 0092. |

a cui si deve la velocità di parti 10. 21.

Esp. VI.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Angolo medio | = 48. 34. | | Abbassamento soldi 5. | | |
| Complemento - | = 41 36. | )( | Log. cost. - - - | = | 78. 8678. |
| Logaritmo - - | = 9. 8206. | )( | Sottrattivo - | = | 4. 9103. |
| | | )( | | | |
| Metà - | = 4. 9103. | )( | Residuo - - - | = | 2. 9575. |

a cui compete la velocità di parti 9. 07.

Esp.

Esp. VII.

Angolo medio = 47. 7. Abbassamento soldi 5.
Complemento - = 42. 53. )( Log. cost. - - = 7. 8678.
Logaritmo - - = 9. 8328. )( Sottrattivo - = 4. 9164.
)(
Metà - = 4. 9164. )( Residuo - - = 2. 9514.
a cui corrisponde la velocità di parti 8. 94.

Esp. VIII.

Angolo medio = 46. 45. Abbassamento soldi 5.
Complemento - = 43. 15. )( Log. cost. - - = 7. 8678.
Logaritmo - - = 9. 8358. )( Sottrattivo - = 4. 9179.
)(
Metà - = 4. 9179. )( Residuo - - = 9. 5499.
a cui competono parti 8. 91. di velocità.

Esp. IX.

Angolo medio = 40. 22. Abbassamento soldi 5.
Complemento - = 49. 38. )( Log. cost. - - = 7. 8678.
Logaritmo - - = 9. 8819. )( Sottrattivo - = 4. 9409.
)(
Metà - = 4. 9409. )( Residuo - - = 2. 9269.
a cui devesi la velocità di parti 8. 45.

Esp. X.

Angolo medio = 37. 15. Abbassamento soldi 5.
Complemento - = 52. 45. )( Log. cost. - - = 7. 8678.
Logaritmo - - = 9. 9009. )( Sottrattivo - = 4. 9504.
)(
Metà - = 4. 9504. )( Residuo - - = 2. 9174.
a cui corrisponde la velocità di parti 8. 27.

Eſp. XI.

Angolo medio = 37. 00. Abbaſſamento ſoldi 5.
Complemento - = 53. 00. )( Log. coſt. - - = 7. 8678.
Logaritmo - - = 9. 9023. )( Sottrattivo - = 4. 9511.
)(
Metà - = 4. 9511. )( Reſiduo - - = 2. 9167.
a cui deveſi la velocità di parti 8. 25.

Eſp. XII.

L'Angolo medio eſſendo l'iſteſſo dell'Eſperienza XI. ſarà il ſuo medeſimo Complemento, e Logaritmo, e perciò ſarà l'iſteſſa velocità di parti 8. 25. Eſſendo ſeguito il ſolito abbaſſamento della Ventola.

Eſp. XIII.

Angolo medio = 37. 26. Abbaſſamento ſoldi 5.
Complemento - = 52. 34. )( Log. coſt. - - = 7. 8678.
Logaritmo - - = 9. 8998. )( Sottrattivo - = 4. 9499.
)(
Metà - = 4. 9499. )( Reſiduo - - = 2. 9179.
a cui conviene la velocità di parti 8. 28.

Eſp. XIV.

Angolo medio = 33. 7. Abbaſſamento ſoldi 5.
Complemento - = 56. 53. )( Log. coſt. - - = 7. 8678.
Logaritmo - - = 9. 9230. )( Sottrattivo - = 4. 9615.
)(
Metà - = 4. 9615. )( Reſiduo - - = 2. 9063.
a cui corriſponde la velocità di parti 8. 06.

Eſp.

Esp. XV.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Angolo medio | = 31. 26. | | Abbassamento soldi 5. | |
| Complemento - | = 58. 34. | )( | Log. cost. - - | = 7. 8678. |
| Logaritmo - - | = 9. 9310. | )( | Sottrattivo - | = 4. 9655. |
| Metà - | = 4. 9655. | )( | Residuo - - | = 2. 9023. |

a cui si deve la velocità di parti 7. 99.

Esp. XVI.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Angolo medio | = 30. 52. | | Abbassamento soldi 5. | |
| Complemento - | = 59. 58. | )( | Log. cost. - - | = 7. 8678. |
| Logaritmo - - | = 9. 9336. | )( | Sottrattivo - | = 4. 9668. |
| Metà - | = 4. 9668. | )( | Residuo - - | = 2. 9010. |

a cui corrisponde la velocità di parti 7. 96.

Esp. XVII.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Angolo medio | = 15. 11. | | Abbassamento soldi 5. | |
| Complemento - | = 74. 49. | )( | Log. cost. - - | = 7. 8678. |
| Logaritmo - - | = 9. 9845. | )( | Sottrattivo - | = 4. 9922. |
| Metà - | = 4. 9922. | )( | Residuo - - | = 2. 8756. |

a cui si deve la velocità di parti 7. 51.

Esp. XVIII.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Angolo medio | = 5. 37. | | Abbassamento soldi 5. | |
| Complemento - | = 84. 23. | )( | Log. cost. - - | = 7. 8678. |
| Logaritmo - - | = 9. 9979. | )( | Sottrattivo - | = 4. 9984. |
| Metà - | = 4. 9984. | )( | Residuo - - | = 2. 8694. |

a cui corrisponde la velocità di parti 7. 40.

Esp. XIX.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Angolo medio | = 3. 19. | | Abbassamento soldi 5. | | |
| Complemento - | = 86. 41. | )( | Log. cost. - - | = | 7. 8678. |
| Logaritmo - - | = 9. 9992. | )( )( | Sottrattivo - | = | 4. 9996. |
| Metà - | = 4. 9996. | )( | Residuo - - | = | 2. 8682. |

a cui si conviene la velocità di parti 7. 38.

In questa quarta Serie di esperienze, gli abbassamenti della Ventola sono stati 17, ciascuno di essi di soldi 5, che fanno braccia 4. soldi 5, a cui aggiungendosi l'altezza della Ventola di soldi 5. 00. nella prima sua immersione dell'acqua sono braccia 4. 10. 00. di profondità.

*Num.* 224. Le particolari riflessioni, che merita questa quarta, ed ultima Serie, sono, che in esse la Ventola fu formata di lunghezza braccia 2, e di altezza soldi 5. Il che fu fatto per diminuire la profondità del primo Strato terminato colla superficie. Questa nelle prime sperienze era di soldi 12. 50. cent., e perciò non poteva con essa bene scuoprirsi la massima velocità vicina alla superficie, laddove facendo l'altezza della Ventola di soldi 5, e della stessa dimensione le successive immersioni, o siano abbassamenti, potevasi più precisamente rilevare la massima velocità. In fatti queste sperienze corrisposero alla mia espettativa. Poichè supponendo la velocità superficiale di parti 10. 00.

| | |
|---|---|
| Al primo abbassamento dell'Esp. III. erano | 11. 11. |
| Ed al secondo dell'Esp. IV. di - - - - | 10. 04. |
| Ed al terzo dell'Esp. V. di - - - - - | 10. 21. |

Sicchè la massima velocità tornava a soldi 10. sotto la superficie, ed all'Esp. V. soldi 20, cioè braccia 1. sotto detta superficie, si mantiene la velocità maggiore della superficiale.

Ma

Ma all' Esp. VI. sino all' ultima, che è la XIX. la velocità va in diminuzione prima con lentezza maggiore sino all' Esp. XIII., e poi con più celeri decrementi sino al fondo, o almeno a soldi circa 7. di altezza del medesimo. Non nuoce punto a tali decrementi, che qualche volta le velocità apparifscano quasi costanti, e qualche volta ancora retrograde, giacchè trattandosi di poche parti millesime, tali deviazioni della scala decrescente debbono attribuirsi alle oscillazioni del fluido, alla difficoltà di sì dilicate sperienze, ed ancora alle resistenze, che prova il pernio inferiore dell'Albero, le quali nelle tre prime Classi non possono esser sensibili, perchè il peso aggravato era di libbre 40. 50, e 60, ma essendo in questa quarta Serie il peso di sole libbre 5, qualche oncia di resistenza del detto pernio ha una sensibil proporzione con dette libbre. Può valutarsi tal resistenza di once 6, e perciò sarà il peso aggravato al peso equivalente alla resistenza del detto pernio, come 10 : 1, cioè esso è il decimo del peso totale. Ora sarebbe facile a calcolare, che tal parte decima può introdur benissimo quelle piccole anomalie, che si osservano. Sicchè potremo asserire, che sino a braccio 1. di profondità le velocità mostransi maggiori, che nella superficie, che passata tal profondità le velocità decrescono assai lentamente, e che poi vanno scemando con maggior celerità nel maggiore accostamento al fondo del Castello.

## COROLLARIO GENERALE

### *Dell' Articolo presente.*

*Num.* 255. Gettando adunque lo sguardo in generale a tutte le nove Classi di queste Sperienze Idrauliche, potremo con

ficurezza dedurre, che in qualunque maniera fi cangino le circoftanze delle medefime, cioè

O il Canale fia proffimo al Mare, come era nel Lago di Caftiglione, o effo fia ben lontano, come nel ramo prefcelto del Fiume Arno.

O la profondità delle acque correnti fia piccola, come era nel detto Lago, o fia grande come ful Fiume Arno.

O la velocità delle acque alla fuperficie fia tenue, come nel Lago, e nelle ultime fperienze full'Arno, o fia maggiore, come nelle tre prime Claffi del Fiume Arno.

O l'efperienze fi efeguifcano in Canali artificiali, o ne naturali Alvei de' Fiumi.

O la fuperficie percoffa dal fluido fia piccola, o fia grande.

O la diftanza del centro del moto dal centro di gravità fia maggiore, o fia minore, fempre la natura ci palefa gl' iftesfiffimi fenomeni cioè.

I. Che la maffima velocità fia affai proffima alla fuperficie.

II. Che effa da principio vada lentamente diminuendo, moftrandofi fpeffo quafi coftante nelle intermedie profondità.

III. Che da effe profondità verfo il fondo faccianfi affai più celeri i decrementi.

IV. Che all'altezza del vero fondo del Fiume ora di foldi 3, ora di 8, ed ora di 15. le velocità fon le minime.

V. Che il decremento dalla fuperficie al fondo in alcune fperienze fia del quinto della velocità totale. Ma che in altre, i decrementi fono ancora maggiori. Così nella quarta Serie delle fperienze fatte full'Arno, la maffima velocità è efpresfa da parti 1111, e la minima verfo il fondo 738, cioè la maf-

fima

sima alla minima, come 3 : 2. assai prossimamente, e così il decremento è stato di una terza parte della massima velocità.

Si accosta al medesimo risultato la seconda Serie, in cui l'ultima velocità è di parti 707. Dal che, potremo dedurre il seguente fenomeno, cioè

VI. Che quanto sono maggiori le profondità delle acque correnti, tanto sono maggiori le differenze delle velocità dalla superficie fino alla prossimità del fondo.

Pare, che in questi sei generali fenomeni sia racchiusa la vera, ed inviolabil legge, colla quale la natura fa correre gli Strati delle acque dalla superficie fino al fondo de' Fiumi. E siccome essa è affatto contraria a quelle scale di velocità, che gli Autori Idraulici fin quì anno adoperata, come una Ipotesi per calcolare le portate de' Fiumi, e gli effetti dell'unione, e diramazione de' medesimi, così sarà indispensabile di abbandonarla, per applicarci a meglio rintracciare la vera figura delle diverse velocità, nella quale possano verificarsi i predetti fenomeni.

Poichè quanto le numerose mie sperienze sono sufficientissime per escludere le figure triangolari, e le Paraboliche, che aumentano le celerità dalla superficie fino al fondo, altrettanto esse sono mancanti per istabilire una quantità di semiordinate, per cui debba passare la vera curva delle velocità. Troppo ancora manca per determinare la massima velocità, sì in ordine al suo valore, che in ordine alla sua posizione.

*Num.* 216. Troppo manca per fissare la vera legge de' decrementi, lentissima nelle medie profondità, e celere nelle maggiori.

Man-

Manca pure uno degli elementi più rilevanti, per potere stabilire la velocità della superficie ad altezze diverse dello stesso Fiume.

Mancano sperienze fatte nelle piene medesime, le quali c'insegneranno assai più, che non fanno le acque ordinarie de' Canali, e de' Fiumi.

Tutto questo è il riserbo ad un secondo mio opuscolo, su i fenomeni naturali delle piene de' Fiumi.

Vo fabbricando degli altri Castelli da inoltrare nelle piene medesime, da reggere alle loro forze, da misurare le velocità superficiali ad altezze diverse, e le velocità inferiori alla stessa altezza.

*Num.* 227. Io non posso abbastanza esprimere le gran difficoltà, che rendono quasi impossibile una tale impresa, ma pur mi confido, che le mie sperienze reggeranno alle piene almeno mezzane, ma non so, se collo stesso successo possano soggettarsi a qualche certa misura le piene massime.

Le leggi delle piene son quelle, che più interessano la vera Idrodinamica. Queste son necessarie per risolvere non già idealmente, ma con tutta verità i Problemi delle portate de' gran Fiumi, come pure un numero grandissimo di altri Problemi, che si fondano sulle stesse portate.

Per ora a me basta di aver dimostrato, che le leggi adoperate finora sono immaginarie, e che le vere operazioni della natura possono ridursi a sei generali fenomeni, almeno per le sperienze fatte in Canali, e Fiumi ad acque mediocri.

Il più preciso valore di ciascun di detti fenomeni, e la loro applicazione alle piene de' Fiumi, sarà un nuovo mio tentativo, al quale vo accingendomi con qualche speranza di quell' esito, che si desidera.

Per

Per sottoporre ad una breve occhiata tutte le Classi delle sperienze registrate, e ridotte in quest'Articolo, le racchiuderò in nove Tavole, in ciascuna delle quali sarà notato il numero delle sperienze.

La profondità dello Strato a cui sono state fatte.

Gli angoli dell'incidenza osservati.

E finalmente le velocità respettive in parti proporzionali, che saranno le parti millesime.

*Num.* 228. Chi vorrà ridurre tali parti nelle velocità reali espresse in soldi, e parti centesime, potrà farlo, prevalendosi delle velocità dell'Articolo antecedente. Ma è ben che si avverta, che variando le velocità tanto nel Canal di Castiglione, quanto nello scelto ramo del Fiume Arno non solo da un giorno all'altro, ma ancora dentro un'ora, ed ancor meno, non possono riferirsi con esattezza le velocità delle sperienze antecedenti alle susseguenti, e per questo io mi sono appagato delle velocità proporzionali dalla superficie fino al fondo, o in vicinanza al medesimo. Avendo però esattamente la velocità reale della prima Serie, in essa le velocità inferiori sono state calcolate tanto in parti reali, che in parti proporzionali, le quali sole son registrate nella Tavola.

Ta-

Num. 229. *Tavola I.*

*Delle sperienze fatte nel Lago di Castiglione, come al N.° 14. del Libro I, col peso costante di libbre 12.*

| Sperienze | Profondità Soldi | Cent. | Angoli d'incidenza Gradi | Min. | Velocità in parti proporzionali Parti Millef. |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 10. | 00. | 36. | 00. | 1000. |
| II. | 15. | 00. | 34. | 45. | 1016. |
| III. | 20. | 00. | 40. | 00. | 956. |
| IV. | 25. | 00. | 44. | 45. | 914. |
| V. | 30. | 00. | 53. | 30. | 855. |
| VI. | 35. | 00. | 87. | 30. | 772. |

Num. 230. *Tavola II.*

*Col peso costante di libbre 6., come al N.° 15. del Libro I.*

| Sperienze | Profondità Soldi | Cent. | Angoli d'incidenza Gradi | Min. | Velocità in parti proporzionali Parti Millef. |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 10. | 00. | 21. | 30. | 1000. |
| II. | 15. | 00. | 21. | 30. | 1000. |
| III. | 20. | 00. | 24. | 00. | 949. |
| IV. | 25. | 00. | 26. | 00. | 915. |
| V. | 30. | 00. | 27. | 45. | 888. |
| VI. | 35. | 00. | 29. | 45. | 858. |
| VII. | 40. | 00. | 30. | 15. | 853. |
| VIII. | 45. | 00. | 32. | 37 ½. | 824. |

*Ta-*

Num. 231. *Tavola III.*

*Col peso di libbre 9., come al N.° 16. del Libro I.*

| Sperienze | Profondità Soldi | - Cent. | Angoli d' incidenza Gradi | - Min. | Velocità in parti proporzionali Parti Millef. |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 10. | 00. | 37. | 30. | 1000. |
| II. | 15. | 00. | 39. | 30. | 978. |
| III. | 20. | 00. | 36. | 30. | 1012. |
| IV. | 25. | 00. | 36. | 30. | 1012. |
| V. | 30. | 00. | 60. | 42 $\frac{1}{2}$. | 836. |

Num. 232. *Tavola IV.*

*Col peso di libbre 6., come al N.° 18. del Libro I.*

| Sperienze | Profondità Soldi | - Cent. | Angoli d' incidenza Gradi | - Min. | Velocità in parti proporzionali Parti Millef. |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 10. | 00. | 37. | 52. | 1000. |
| II. | 15. | 00. | 29. | 15. | 978. |
| III. | 20. | 00. | 27. | 45. | 1002. |
| IV. | 25. | 00. | 28. | 30. | 990. |
| V. | 30. | 00. | 32. | 15. | 936. |
| VI. | 35. | 00. | 36. | 30. | 887. |
| VII. | 40. | 00. | 44. | 00. | 821. |
| VIII. | 45. | 00. | 47. | 15. | 797. |
| IX. | 50. | 00. | 53. | 30. | 763. |

Num. 233. *Tavola V.*

*Col peso costante di libbre* 8., *come al N.°* 20. *del Libro I.*

| Sperienze | Profondità Soldi | - Cent. | Angoli d' incidenza Gradi | - Min. | Velocità in parti proporzionali Parti Millesf. |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 10. | 00. | 36. | 30. | 1000. |
| II. | 15. | 00. | 39. | 00. | 972. |
| III. | 20. | 00. | 38. | 00. | 978. |
| IV. | 25. | 00. | 41. | 00. | 952. |
| V. | 30. | 00. | 46. | 00. | 909. |
| VI. | 35. | 00. | 47. | 00. | 901. |
| VII. | 46. | 00. | 66. | 30. | 805. |

Ta-

Num. 234. *Tavola I.*

*Delle ſperienze fatte nel Fiume Arno. Col peſo coſtante di libbre 60., come al N.° 39. del Libro I.*

| Sperienze | Profondità Soldi | Cent. | Angoli d' incidenza Gradi | Min. | Velocità in parti proporzionali Parti Milleſ. |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 12. | 50. | 40. | 30. | 1000. |
| II. | 18. | 75. | 49. | 30. | 1000. |
| III. | 25. | 00. | 40. | 8. | 1004. |
| IV. | 31. | 25. | 41. | 36. | 989. |
| V. | 37. | 50. | 50. | 45. | 916. |
| VI. | 43. | 75. | 48. | 25. | 932. |
| VII. | 50. | 00. | 48. | 46. | 929. |
| VIII. | 56. | 25. | 49. | 12. | 926. |
| IX. | 62. | 50. | 53. | 39. | 898. |
| X. | 68. | 75. | 56. | 25. | 883. |
| XI. | 75. | 00. | 57. | 53. | 875. |
| XII. | 81. | 25. | 59. | 45. | 867. |
| XIII. | 87. | 50. | 65. | 30. | 845. |
| XIV. | 93. | 75. | 71. | 30. | 827. |
| XV. | 100. | 00. | 73. | 45. | 823. |
| XVI. | 106. | 25. | 10. | 00. | 806. |

Num. 235. *Tavola II.*

*Col peso costante di libbre* 40., *come al N* ° 40. *del Libro I.*

| *Sperienze* | *Profondità* *Soldi* | - *Cent.* | *Angoli d' incidenza* *Gradi* | - *Min.* | *Velocità in parti proporzionali* *Parti Millesf.* |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 12. | 50. | 22. | 34. | 1000. |
| II. | 18. | 75. | 22. | 23. | 1004. |
| III. | 25. | 00. | 23. | 15. | 986. |
| IV. | 31. | 25. | 24. | 27. | 963. |
| V. | 37. | 50. | 28. | 53. | 892. |
| VI. | 43. | 75. | 29. | 20. | 885. |
| VII. | 50. | 00. | 31. | 00. | 863. |
| VIII. | 56. | 25. | 29. | 23. | 885. |
| IX. | 62. | 50. | 30. | 00. | 876. |
| X. | 68. | 75. | 32. | 23. | 847. |
| XI. | 75. | 00. | 32. | 15. | 843. |
| XII. | 81. | 25. | 35. | 8. | 817. |
| XIII. | 87. | 50. | 36. | 27. | 804. |
| XIV. | 93. | 75. | 37. | 30. | 794. |
| XV. | 100. | 00. | 41. | 8. | 759. |
| XVI. | 106. | 25. | 50. | 8. | 707. |

*Ta-*

Num. 236. *Tavola III.*

*Col peso costante di libbre* 50., *come al N.° 42. del Libro I.*

| Sperienze | Profondità Soldi | Cent. | Angoli d' incidenza Gradi | Min. | Velocità in parti proporzionali Parti Millesf. |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 12. | 50. | 30. | 15. | 1000. |
| II. | 18. | 75. | 31. | 8. | 987. |
| III. | 25. | 00. | 32. | 12. | 972. |
| IV. | 31. | 25. | 32. | 19. | 971. |
| V. | 37. | 50. | 34. | 30. | 943. |
| VI. | 43. | 75. | 34. | 26. | 944. |
| VII. | 50. | 00. | 34. | 53. | 939. |
| VIII. | 56. | 25. | 34. | 45. | 940. |
| IX. | 62. | 50. | 34. | 53 | 939. |
| X. | 68. | 75. | 37. | 23. | 911. |
| XI. | 75. | 00. | 37. | 23. | 911. |
| XII. | 81. | 25. | 39. | 30. | 890. |
| XIII. | 87. | 50. | 41. | 15. | 874. |
| XIV. | 93. | 75. | 42. | 45. | 862. |
| XV. | 100. | 00. | 44. | 30. | 848. |
| XVI. | 106. | 75. | 56. | 00. | 780. |

Num. 237. *Tavola IV.*

*Col peso costante di libbre 5., come al N.° 48. del Libro I.*

| Sperienze | Profondità Soldi | Cent. | Angoli d' incidenza Gradi | Min. | Velocità in parti proporzionali Parti Millef. |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 5. | 00. | 28. | 30. | 1000. |
| II. | 10. | 00. | 26. | 28. | 1111. |
| III. | 15. | 00. | 32. | 1. | 1012. |
| IV. | 20. | 00. | 31. | 26. | 1021. |
| V. | 25. | 00. | 41. | 26. | 907. |
| VI. | 30. | 00. | 42. | 53. | 894. |
| VII. | 35. | 00. | 43. | 15. | 891. |
| VIII. | 40. | 00. | 49. | 38. | 845. |
| IX. | 45. | 00. | 52. | 45. | 827. |
| X. | 50. | 00. | 53. | 00. | 825. |
| XI. | 55. | 00. | 53. | 00. | 825. |
| XII. | 60. | 00. | 52. | 34. | 828. |
| XIII. | 65. | 00. | 56. | 53. | 806. |
| XIV. | 70. | 00. | 58. | 34. | 799. |
| XV. | 75. | 00. | 59. | 8. | 796. |
| XVI. | 80. | 00. | 74. | 49. | 751. |
| XVII. | 85. | 00. | 84. | 23. | 740. |
| XVIII. | 90. | 00. | 86. | 41. | 738. |

AR-

# ARTICOLO V.

*Qual sia la diminuzione delle velocità de' Canali, e de' Fiumi dal Filone di mezzo verso le Ripe.*

*Num.* 238. È Stata nella mia introduzione accennata la necessità di conoscer ne' Fiumi non solamente la scala delle velocità de' diversi Strati di fluido a diverso profondità, ma eziandio quella, che dalla massima velocità, che osservasi nel Filone di mezzo, va notabilmente diminuendo tanto a destra, che a sinistra andando verso le due Ripe. E' stato pur rilevato, che tal decremento di velocità s'inoltra tanto da dette Ripe verso i fili di mezzo, che essa non può mai attribuirsi alle resistenze delle stesse Ripe, le quali quando ancora propagassero i loro effetti uno, o due braccia lungi dalle stesse Ripe, non sarà mai credibile, che possano farle giugnere a braccia 6, 12, e 50, come è stato osservato. Non sarà mal fatto, che io su tal proposito narri delle Sperienze fatte molti anni sono, per pigliare le prime idee di tal ritardata celerità. Tralle altre, che tralascerò, una fu da me più volte replicata in questa forma.

Ho trascelto un ramo di Canale, e di Fiume, dove l'alveo era più regolare, ed il filone dell'acqua mostravasi quasi nel mezzo. Avendone misurata la larghezza, ho formato una funicella distinta di braccio in braccio di sugheri rotondi, a guisa di quelli, che usano nelle Pesche di Sciabiche. Con tali gal-

galleggianti si tiene a galla tutta la fune dalla Ripa destra alla sinistra. Ad un semplice cenno si fa abbandonare detta fune alle due Persone, che la ritenevano perpendicolarmente alle Ripe. Allora in due, o tre secondi di tempo la fune incomincia a formare una curva di tanto maggior regolarità, quanto è più regolare l'alveo del Canale. La concavità di tal fune è rivolta verso le parti superiori, e la sua convessità verso le inferiori del medesimo. Va tal concavità sempre più incurvandosi, ed i due rami della curva si vanno sempre più accostando, finchè tali due rami si congiungano, ed allora i globi di sughero si dispongono nel filone dell'acqua, e così seguitano a correre in giù, finchè non siano ripigliati con un Barchino. Un tal curioso fenomeno non può certamente seguire senza una diminuzione di forze, e perciò di celerità dalle parti di mezzo verso le Ripe.

*Num.* 239. Lo stesso fenomeno si osserva, gettando nel tempo stesso un gran numero di Galleggianti sciolti in tutta la larghezza del Fiume. Poichè essendo essi all'ingiù rapiti con diverse velocità, si distribuiscono ancor essi, come nel Perimetro di una curva, che volge alle parti superiori la sua concavità, e tal concavità va sempre ristringendosi, diminuendo i suoi respettivi raggj, quanto più tempo consumano i Galleggianti a secondare le diverse velocità de' fili correnti.

*Num.* 240. E per indagare, se la massima velocità appartenga ad una piccola, o ad una maggior larghezza intermedia del Fiume, spesso mi sono prevalso di bastoni di legno ora più lunghi, ed ora più corti abbandonati alla corrente di mezzo, la quale se fosse di uniforme velocità per la larghezza di molte braccia, dovrebbe restare la posizione de' Galleggianti nello

stesso

ſteſſo ſtato in cui ſi abbandonano alla corrente. Ma la coſa nova così. Poichè appena traſcorſi pochi ſecondi il Galleggiante, benchè di due, o di tre braccia di lunghezza, incomincia ad inclinare la ſua direzione, uniformandola in breve tempo alla direzione del filone intermedio. Segno evidente, che neppure per due o tre braccia l' intermedia velocità ſi conſerva coſtante, ma ſubito incomincia a diminuire grado per grado. Come mai potremo noi concepire, che tal diminuzione alla diſtanza di 40, e più braccia poſſa eſſere originata dagli attriti, e reſiſtenze delle Ripe tanto diſtanti?

*Num.* 241. Qual ſia poi la ſcala di tali velocità decreſcenti, non è così facile a dirlo, nè io ho tali, e tante ſperienze per darne una giuſta idea. Aſſaiſſime ſono le ſperienze de' Galleggianti ſparſe in tutto il Libro I., i quali accoſtandoſi alle Ripe rallentavano il loro moto. Merita però più, che ogni altra ſperienza di eſſer conſiderata quella Serie, che è regiſtrata nel detto Libro al N.° 7. Ivi furono fatte replicate ſperienze, prima per determinare la velocità del filone di mezzo, che ſulla fine del N.° 6. ſi fiſſa di 3'. 6''. per traſcorrere il viaggio di braccia 128. Indi ſi paſſa a determinare il tempo di un Galleggiante, che ſi potè conſervare alla diſtanza di braccia 3. dalla Ripa. Eſſo nell'Eſperienza I. vi conſumò il tempo di - 5'. 28''.

E nella ſeconda facendo lo ſteſſo viaggio vi conſumò il tempo - - - - - - - - - - - - 5'. 20''.

Onde il tempo medio ſarà - - - - - 5'. 24''.

Indi procurai, che un altro Galleggiante foſſe collocato alla diſtanza dalla Ripa di braccia 6. Il quale alla prima Eſperienza vi conſumò - - - - - - - - - - - - 3'. 56''.

Ed alla seconda - - - - - - - - - - 4′. 00″.

E così il tempo di mezzo sarà - - - - 3′. 58″.

Essendo i tempi in ragion reciproca delle velocità, potremo inferire, che la massima velocità del mezzo, che era la distanza di braccia 12. dalle Ripe, era di $\frac{1}{186}$.

La velocità alla distanza di braccia 6. era di $\frac{1}{238}$.

E finalmente la velocità alla distanza di brac. 3. era di $\frac{1}{324}$.

In numeri semplici assai prossimi al vero, possono esprimersi queste tre velocità come i tre numeri 5. 4. 3, e con maggior precisione, come 54, 42, 31.

La gran difficoltà di conservare il Galleggiante per una linea parallela alle Ripe, mi ha impedito il maggior numero di tali sperienze, persuadendomi, che esse vadano eseguite coll' ajuto di una macchinetta, la cui idea si ritroverà al N.° 137. e 138.

*Num.* 242. Intanto però da queste prime sperienze potremo rilevare, che dal filone di mezzo al filo di braccia 6, la velocità è diminuita dal N.° 54. al N. 42.; e da questo al filo distante dalla Ripa braccia 3. è diminuita dal 42. al 31. E perciò non pare, che possa attribuirsi tal diminuzione di moto alla scabrosità dalle Ripe, che non può produrre un effetto sensibile alla distanza di braccia 3, e molto meno di braccia 6.

*Num.* 243. Mi si domanderà in questo luogo, qual dunque sarà l'origine di tal fenomeno, se l'irregolarità delle Ripe non possa cagionarlo? Io ho accennata la risposta nella mia introduzione, ed in questo punto mi conviene svilupparla un poco meglio. A tale intendimento conviene rivolgere uno sguardo alla figura dell'Alveo de' Fiumi, la quale non si forma a caso, ma dipende ancor essa dalle leggi inviolabili prescritte dalla natura al movimento delle acque ne' diversi loro Strati, e ne' diversi

diversi fili orizzontali. Tali figure di Alvei sono di due classi, la prima distendesi verso la Ripa destra, e sinistra con due rami simili, ed uguali, avendo il suo vertice nel mezzo dell'Alveo. Tale può concepirsi la figura B*m*V*gd* ( fig. XIV.), nella quale B*b*, C*c* sono le due opposte Ripe. Il punto V infimo è il vertice della curva, ed i due rami V*m*D, V*gd* si suppongono simili, ed uguali. E benchè non accada mai una perfetta somiglianza, ed ugualtà di detti rami, pure non sono rari i casi, ne quali una prossima somiglianza, ed ugualtà si osservi, con gettar diversi scandaglj dal mezzo verso le Ripe, i quali a distanze uguali dal mezzo, o sia dall' asse della curva A V, le semiordinate si trovino prossimamente uguali.

*Num.* 244. La seconda classe degli Alvei, che è comunissima accade quando accostandosi il maggior fondo più ad una Ripa, che all'altra opposta, i due rami sono dissimili, e disuguali. Tale rappresentasi la fig. XV., nella quale l'asse della fig. AV è lungi dal mezzo, accostandosi più alla Ripa B*b*, che all'opposta C*c* col ramo D*m*V, dissimile al ramo opposto *dg* V. Allora il maggior fondo del Fiume, che è sul vertice V si appressa alla Ripa B*b*. Or tanto nella prima, che nella seconda figura dell'asse della curva, dove la colonna del fluido è massima, le altre laterali colonne F*f*, G*g* (fig. XIV., e XV.) vanno sempre diminuendo, annullandosi a quel punto della Ripa, o delle Ripe, dove giugne la superficie attuale del fluido. Qualunqua siasi mai la curva dell'Alveo, o di rami uguali, o di rami inuguali, sempre sarà vera la successiva diminuzione delle colonne aquee dall' asse della curva, verso le due Ripe destra, e sinistra.

*Num.* 245. Dico adunque, che da tal proprietà della figura degli Alvei, possiamo noi derivare la cagione della diminuzione delle velocità superficiali, le quali appunto sono massime nel maggior fondo, o sia nella colonna, che coincide coll'asse della curva, e poi vanno diminuendosi a destra, ed a sinistra, come appunto fanno le velocità orizzontali per una normale alle Ripe. Ce ne presenta l'esperienza le prove più convincenti.

Poichè in primo luogo, quando le figure degli Alvei sono della prima classe, osservasi il filone, e la massima velocità delle acque appunto nel mezzo, dove la colonna aquea è maggiore. E quando al contrario la figura è della seconda classe, allora il filone, e la massima celerità si accosta alla Ripa più da una parte, che dall'altra, come nella fig. XV.

*Num.* 246. In secondo luogo nella prima figura degli Alvei, le velocità a distanze uguali dall'asse a destra, e sinistra si ritrovano uguali, ma non accade così nella seconda classe degli Alvei, dove a distanze uguali le velocità son disuguali, e per trovare le uguali velocità conviene arrivare a que' punti, dove le due colonne aquee a destra, ed a sinistra sono uguali, segno assai chiaro, che le velocità dipendono unicamente dall'altezza delle colonne. Un non piccolo numero di esperienze potrei addurre, per comprovare l'assunto, se esso fosse dubbioso, ma lusingandomi, che non vi sia Idraulico sperimentatore, che voglia impugnarlo, mi risparmierò la fatica nel descrivere il novero de' miei sperimenti.

*Num.* 247. La ragione è d'accordo coll'esperienza. Poichè suppongasi in primo luogo, che la gravitazione delle colonne aquee operi senza alcuna resistenza, e sarà ben manife-

sto,

sto, che allora la scala delle velocità da cima a fondo della colonna, sarebbe una Parabola Apolloniana, la cui quadratura divisa per l'altezza ci presenterebbe la velocità media, e ragguagliata. Se adunque le dette colonne dall'asse della curva verso le Ripe anderanno decrescendo, decresceranno pure le Aree Paraboliche, e dovendo esse dividersi per un'altezza minore, decresceranno le velocità medie, e ragguagliate delle colonne decrescenti secondo la natura della Parabola. Questa ci darà ancor la legge di tali decrementi.

*Num.* 248. Poichè sia una qualunque ascissa $= x$, e la sua semiordinata $= y$, sarà la quadratura uguale a $\frac{2}{3} xy$. Ma trattandosi quì di una semplice proporzione, si tralascerà la frazione, e sarà la quadratura, come $xy$. Dovendo adunque divider per l'altezza, per ottener la media velocità, essa sarà come le $y$. Ma per la natura di questa curva sarà sempre $y$, come $\sqrt{x}$. Onde le velocità medie e ragguagliate delle diverse colonne aquee, saranno in ragion sudduplicata delle loro altezze, o delle profondità del fluido.

*Num.* 249. Elegantissima sarebbe tal Teorìa, se avesse luogo nel caso de' nostri Fiumi. Ma è stato dimostrato nell'Articolo antecedente, che la legge delle vere velocità realmente è lontanissima dalle semiordinate Paraboliche. La gravitazione delle colonne aquee trova una resistenza nelle Sezioni inferiori del Fiume, che non lasciano libera la loro azione alle colonne, e Sezioni superiori. Gli Strati aquei a diverse profondità dovendo correre per la legge primitiva con differenti velocità, si resistono scambievolmente. Indi è, che la figura parabolica si viene a trasformare in un'altra totalmente diversa, quale è stata dedotta colle numerose sperienze dell'Articolo precedente.

te. Nasce di quà un secondo caso delle gravitazioni impedite. In esso non possiamo certamente assegnare, almeno per ora, la legge delle velocità decrescenti nelle colonne aquee laterali all'asse della curva. Possiamo però assicurare, che esse scemano con qualche rapporto all'altezza delle colonne. E se in mancanza della vera legge si assumesse l'Ipotesi, che le velocità primitive fossero proporzionali alle velocità medie attuali, per quanto esse siano impedite, e scemate dalle moltiplici resistenze, ne nascerebbe lo stesso Teorema, che le colonne laterali delle acque correnti scemassero di velocità nella ragion sudduplicata delle loro altezze.

*Num.* 250. Se adunque fosse data la curva dell'Alveo, da essa potrebbe dedursi l'altra curva delle velocità laterali, e da essa potrebbe dedursi la velocità media, che chiameremo *laterale*, per distinguerla dalla velocità media delle colonne verticali. Da queste due velocità deve comporsi la velocità media, che chiameremo appunto *composta*, perchè essa n n solo dipende dalla vera scala delle velocità verticali, ma eziandio dall'altra scala delle velocità laterali orizzontali, disposte per la linea normale alle Ripe.

### *Riflessioni intorno al difetto degli Elementi, onde ben calcolare la vera portata de' Fiumi.*

*Num.* 251. Benchè nell'Articolo antecedente siasi accennata la mancanza, nella quale ci troviamo, per ben calcolare la vera portata de' nostri Fiumi, contuttociò avendo nel presente Articolo dimostrata la necessità di pigliare in considerazione le velocità laterali de' fili delle acque correnti, mi sembra

bra questo il luogo opportuno, per rilevare quanto noi siam ancora lontani dal calcolo delle vere portate, per mancanza degli Elementi indispensabili a tal problema fondamentale dell'Idraulica.

Per procedere con chiarezza conviene prima esporre con ogni maggior brevità, a che mai riducesi il metodo finora adoperato a tal soluzione.

Si suppone in primo luogo, che le portate di un Fiume, cioè tutta la massa delle sue acque, che passa per una data Sezione, e di un tempo dato, sia in ragion composta della Sezione dell'Alveo, e della velocità media, e ragguagliata di tutti i fili correnti. E tal Teorema, se la velocità media sia intesa in tutti i sensi, è certissimo.

Si suppone in secondo luogo, che le acque corrano per un Canale di figura regolare, e di sezion rettangola, in modo tale, che coll'unione di acque nuove, altro non si faccia, che mutar sezione nella sola sua altezza, tenendo costante la larghezza della medesima. Per quanto un tal secondo supposto possa aver luogo ne' Canali artificiali, non lo ha certamente ne' Fiumi, che la natura va regolando con escavare i loro Alvei in larghezza, e profondità tanto maggiore, quanto è maggiore l'influenza delle acque nuove.

Si suppone in terzo luogo, che la scala delle velocità sia una sola in tutta la larghezza, ed altezza dell'Alveo, e che essa sia Parabolica secondo più Autori. Ma in realtà conviene aggiugnere alla scala delle velocità verticali, quella ancora delle colonne laterali, come è stato rilevato in quest'Articolo. Inoltre la scala delle vere velocità osservata dalla natura è ben lontana dalla Parabolica, come dimostrano le lunghissime sperienze dell'Articolo precedente. Il vertice della

scala

ſcala Parabolica da alcuni ſi colloca alla ſuperficie delle acque correnti, da altri poco ſopra, cioè di tanto, che la caduta poſſa generare la velocità della ſuperficie.

*Num* 252. Preſuppoſte tali Ipoteſi, ſia l'aſciſſa Parabolica $= x$ avremo indi la velocità media $= \sqrt{x}$, come al N.° 245. Sia la larghezza del Canal rettangolo $= L$. Eſſendo l'altezza della Sezione uguale all'aſciſſa Parabolica, avremo la portata del Fiume $= Lx\sqrt{x}$. E ſiccome il valore della L ſi fa coſtante, per la ſola proporzione vale la formola $x\sqrt{x}$, che rappreſenta ſecondo eſſi la portata di un Fiume.

Che ſe tal portata ſia data, e ſia per eſempio $= P$, ſi otterrà l'equazione $P = x\sqrt{x}$. Onde volendo determinare l'altezza delle acque, cioè il valore di $x$, ſarà ſecondo tali Autori $P = \sqrt{x^3}$. E così $x = P^{\frac{2}{3}}$, cioè ſaranno le altezze delle acque, come le radici cubiche de' quadrati delle portate de' Fiumi. Se adunque ſia data la portata P del Fiume principale, e la portata $p$ di un ſecondario, e ſia data l'altezza A del principale prima dell'unione, e domandiſi la ſua altezza dopo l'unione, eſſa ſi troverà coll'analogia, come $P^{\frac{2}{3}} : (P + p)^{\frac{2}{3}} = A : x$.

*Num.* 253. L'inſufficienza di tal ſoluzione è ſtata da me provata nel mio opuſcolo ſopra *l'unione, e diramazione de' Fiumi*, inſerito nel Volume dell'Accademia di Siena l'anno 1769. Ora però ſulla ſcorta di tante ſperienze, ſono nel grado di confermare un tal mio aſſunto. E' adunque difettoſa tal ſoluzione, come pure la ſoluzione di tanti altri Problemi, che dipendono dal calcolo delle portate. E ciò in primo luogo, perchè le ſezioni de' Fiumi ſono lontaniſſime dalla figura rettangola, giacchè a miſura, che creſcono le acque del Fiume primario per la confluenza de' Fiumi ſecondarj, la natura va ſempre più

eſca-

escavando, e dilatando il suo Alveo colla norma di una curva, che affatto ignoriamo.

In secondo luogo, perchè la scala delle delocità verticali è lontanissima dalla Parabolica, come si è provato nell' Articolo quarto.

In terzo luogo, perchè le velocità delle colonne aquee laterali vanno decrescendo con una legge, che ancora non sappiamo, come si è comprovato coll' esperienze di questo Articolo V., ed altre assaissime accennate.

E finalmente perchè dipendendo la vera legge delle velocità verticali dalla velocità superficiale, che va sempre crescendo, quanto più crescono le altezze delle piene, ignorando noi la legge di tali aumenti, non possiamo ancora fissar la base di quella figura, che dee rappresentarci tutta la serie delle inferiori velocità.

Il tempo, la costanza, e l' abilità di altri Sperimentatori Idraulici, che vorranno applicarsi a sì importanti ricerche, sarà quella, che fornirà ad una scienza così necessaria all' umana società, tutti gli elementi, se non coll' ultima precisione, almeno con approssimazione discreta, per risolvere con leggi reali i Problemi, che da essi dipendono.

Convien però, che a tal uopo vadano d' accordo la Teorìa, e l' esperienza. La prima per appoggiare la soluzione de' più astrusi Problemi a veri moti delle acque correnti, e la seconda per esplorare le vere leggi, colle quali la natura va disponendo le velocità de' differenti Strati, e fili delle acque, che corrono ne' Fiumi reali, e non già immaginarj.

# ARTICOLO VI.

*Delle macchine, e de' metodi per esplorare la velocità de' Venti.*

*Num.* 254. È Così grande il rapporto, che hanno le macchine disegnate alla misura delle velocità delle acque correnti, colla misura delle velocità de' Venti, che non ho voluto tacerne la facilissima applicazione. Al che m' invita ancora l' importanza di quest' oggetto per la Fisica. Non pare, che gli Anemometri immaginati finora ci procurino le giuste misure di quelle strabocchevoli velocità, che animano il fluido Aereo, per produrre gli effetti, che ogni dì ammiriamo. Veggiamo svellersi da' Venti le piante, e gli alberi più radicati nel terreno. Veggiamo ancora le rovine de' tetti, e delle case. E senza ricorrere a Fenomeni straordinarj, non è piccolo quello che veggiamo ogni giorno in tanti, e così vasti Vascelli rapiti dal fluido Aereo a far viaggj affatto stupendi, con superare la resistenza delle acque Marine, di densità ottocento, e novecento volte maggiore, che non è quella dell' aria nostra Atmosferica. Convien pensare, che la velocità della medesima sia veramente esorbitante, per poter produrre una forza proporzionata, per rapire per così dire una Città abitata spesso da mille, e più persone di equipaggio.

*Num.* 255. La difficoltà di ridurre a giusta misura la velocità dell' aria è stata certamente la vera cagione delle idee oscu-

oſcuriſſime, che ne abbiamo. Onde non altro compenſo reſta, per render chiara l'idea di tal velocità, ſe non quello di adattare la coſtruzione, e l'uſo dell'Anemometro, per indicarci le maggiori celerità de' Venti. Quaſi tutte le macchine Idrauliche ſarebbero al caſo per tal miſura. La Teorìa è la medeſima, purchè alla ſpecifica gravità dell'acqua, ſi ſoſtituiſca quella dell' aria. Che queſta ſia elaſtica non ne turba i riſultati. Se una macchinetta ci darà il peſo equivalente all'impreſſione del Vento ſopra una data ſuperficie, eſpoſta perpendicolarmente alla ſua direzione, la ſteſſa formola ce ne porge la velocità, colla ſola ſoſtituzione della gravità ſpecifica dell'aria.

*Num.* 256. Si ripigli adunque la formola del N.° 148, cioè ſia l'altezza del fluido aereo ſulla baſe $= x$.

Sia la ſuperficie in ſoldi di un braccio quadrato $= S$.

Sia l'altezza del braccio cubico $= A$.

Sia il peſo di un braccio cubico d'aria $= P$.

Sia la ſuperficie urtata perpendicolarmente dell'aria $= s$.

Sia il peſo dell'eſperienza equivalente alla preſſione dell' aria $= p$.

Sarà $x = \frac{SA}{Ps} p$. Tal formola è dimoſtrata nel detto N.° 148, ed antecedenti. Ora reſta ſolo di fiſſare il valore delle lettere. Sarà adunque il numeratore SA uguale al volume di un braccio cubico, cioè ſoldi cub. 8000. Facciaſi la ſpecifica gravità come 850: 1. Eſſendo il peſo di un braccio cubico di acqua di libbre 575, come già è ſtato detto, il peſo di un ugual braccio cubico di aria ſarà la ſua parte 850., cioè di o. 65. centeſime di libbra, che proſſimamente corriſponde ad once 8. Gioverà nel preſente caſo di adoperare le once de' peſi, giacchè troppa gran velocità vi vuole, perchè l'aria faccia un im-

preſſione equivalente ad una libbra ſopra una ſuperficie, che non potrà giugnere a ſoldi 100. quadrati. Ma ſia pur tale.

Tal ſuperficie vuol eſſer piuttoſto circolare, e per aver tal ſuperficie fatto il calcolo, vi vuole un diametro di ſoldi 12. 65. centeſime, cioè proſſimamente ſoldi 12. denari 8.

Onde ſarà la formola numerica $x = \frac{8000}{8 \times 100} p$.

Se facciaſi $p$ di un oncia, cioè = 1.

Avremo $x = \frac{8000}{800}$ = ſoldi 10. di caduta.

Trattandoſi di ſoldi interi, e non già di parti centeſime di ſoldo, come era al N.° 100, il Logaritmo coſtante della velocità ſarà non già 0. 41461, come in quell'Articolo, ed altri ſuſſeguenti, ma bensì di 1. 41461. Onde aggiungaſi al ſolito la metà del Logaritmo di ſoldi 10, cioè 0. 50000.

E ſarà la ſomma di - - - - 1. 91461, che è il Logaritmo della velocità dell'aria, al quale competono ſoldi 82. tralaſciando le frazioni. Onde ſe alla ſuperficie circolare del fiſſato diametro, la cui area ſia di ſoldi □ 100, la forza dell'aria equivaleſſe ad un'oncia ſola, la velocità ſua dovrebbe eſſere di braccia 4. ſoldi 2. per ogni ſecondo.

*Num.* 257. E ſiccome ad ogni oncia di aumento ſi devono ſempre ſoldi 10, così per avere le altre velocità dell'aria, baſta formare la Serie di ſoldi 10, 20, 30. 40. ec. ed alla metà del reſpettivo Logaritmo aggiungere il già detto Logaritmo coſtante. Giacchè la ſomma ci ſomminiſtra la velocità del fluido aereo competente alle once 1, 2, 3, 4. ec. Così quando la forza dell'aria faceſſe equilibrio con once 12. cioè con una libbra fiorentina, allora l'altezza della colonna ſarebbe di ſoldi 120.

Suo

Suo Logaritmo - - - - - - - - - - = 2. 07918.

Metà del medeſimo - - - - - = 1. 03959.

Logaritmo coſtante additivo - - - - - = 1. 41461.

Logaritmo della velocità - - - - - = 2. 45420.

al quale debbonſi ſoldi 285, cioè braccia 14. ſoldi 5. di velocità dell'aria.

Se il peſo equilibrato colla forza dell'aria foſſe quadruplo, cioè di libbre 4. allora la velocità ſarebbe doppia, cioè di braccia 28. ſoldi 10. E così diſcorrendo degli altri peſi.

*Num.* 258. Co' diviſati precetti è ſtata compoſta la ſeguente Tavola, nella quale alla prima colonna ſono regiſtrati i peſi in once, che ſi ſuppongono equilibrati con diverſe forze di Venti. Nella ſeconda ſi eſprimono le altezze, a cui giugne la colonna aerea equilibrata, alle quali corriſpondono nella terza colonna le correſpettive velocità dell'aria, che colla ſua forza equivale al peſo della prima colonna. Ho fatti giugnere i peſi a libbre 10, parendomi difficile, che poco oltre poſſa avanzarſi la velocità dell'aria, ſe non che ne' Turbini, e negli Uracani, ne' quali è difficile, per non dire impoſſibile il ridurre a miſura il moto vorticoſo.

*Ta-*

Num. 259.

*Tavola della forza de' Venti espressa in pesi contro la superficie circolare di soldi* 100. *quadrati per dedurne le respettive velocità.*

| Pesi Lib. | Onc. | Altezze Braccia | Sol. | Velocità Braccia | Sol. | Pesi Lib. | Onc. | Altezze Braccia | Sol. | Velocità Braccia | Sol. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0. | 1. | 0. | 10. | 4. | 2. | 2. | 5. | 14. | 10. | 22. | 2. |
| 0. | 2. | 1. | 00. | 5. | 16. | 2. | 6. | 15. | 00. | 22. | 10. |
| 0. | 3. | 1. | 10. | 7. | 2. | 2. | 7. | 15. | 10. | 22. | 18. |
| 0. | 4. | 2. | 00. | 8. | 4. | 2. | 8. | 16. | 00. | 23. | 5. |
| 0. | 5. | 2. | 10. | 9. | 4. | 2. | 9. | 16. | 10. | 23. | 12. |
| 0. | 6. | 3. | 00. | 10. | 1. | 2. | 10. | 17. | 00. | 23. | 19. |
| 0. | 7. | 3. | 10. | 10. | 17. | 2. | 11. | 17. | 10. | 24. | 6. |
| 0. | 8. | 4. | 00. | 11. | 13. | 3. | 00. | 18. | 00. | 24. | 13. |
| 0. | 9. | 4. | 10. | 12. | 8. | 3. | 1. | 18. | 10. | 25. | 00. |
| 0. | 10. | 5. | 00. | 13. | 00. | 3. | 2. | 19. | 00. | 25. | 6. |
| 0. | 11. | 5. | 10. | 13. | 12 | 3. | 3. | 19. | 10. | 25. | 13. |
| 1. | 00. | 6. | 00. | 14. | 5. | 3. | 4. | 20. | 00. | 26. | 00. |
| 1. | 1. | 6. | 10. | 14. | 16. | 3. | 5. | 20. | 10. | 26. | 7. |
| 1. | 2. | 7. | 00. | 15. | 7. | 3. | 6. | 21. | 00. | 26. | 12. |
| 1. | 3. | 7. | 10. | 15. | 18. | 3. | 7. | 21. | 10. | 26. | 19. |
| 1. | 4. | 8. | 00. | 16. | 8. | 3. | 8. | 22. | 00. | 27. | 5. |
| 1. | 5. | 8. | 10. | 16. | 18. | 3. | 9. | 22. | 10. | 27. | 11. |
| 1. | 6. | 9. | 00. | 17. | 8. | 3. | 10. | 23. | 00. | 27. | 17. |
| 1. | 7. | 9. | 10. | 17. | 18. | 3. | 11. | 25. | 10. | 28. | 3. |
| 1. | 8. | 10. | 00. | 18. | 8. | 4. | 00. | 24. | 00. | 28. | 9. |
| 1. | 9. | 10. | 10. | 18. | 16. | 4. | 1. | 24. | 10. | 28. | 15. |
| 1. | 10. | 11. | 00. | 19. | 5. | 4. | 2. | 25. | 00. | 29. | 1. |
| 1. | 11. | 11. | 10. | 19. | 14. | 4. | 3. | 25. | 10. | 29. | 6. |
| 2. | 00. | 12. | 00. | 20. | 2. | 4. | 4. | 26. | 00. | 29. | 12. |
| 2. | 1. | 12. | 10. | 20. | 11. | 4. | 5. | 26. | 10. | 29 | 18. |
| 2. | 2. | 13. | 00. | 20. | 19. | 4. | 6. | 27. | 00. | 30. | 9. |
| 2. | 3. | 13. | 10. | 21. | 7. | 4. | 7. | 27. | 10. | 30. | 9. |
| 2. | 4. | 14. | 00. | 21. | 15. | 4. | 8. | 28. | 00. | 30. | 15. |

| Pesi Lib. | Onc. | Altezze Braccia | Sol. | Velocità Braccia | Sol. |
|---|---|---|---|---|---|
| 4. | 9. | 28. | 10. | 31. | 0. |
| 4. | 10. | 29. | 00. | 31. | 6. |
| 4. | 11. | 29. | 10. | 31. | 11. |
| 5. | 00. | 30. | 00. | 31. | 16. |
| 5. | 1. | 30. | 10. | 32. | 2. |
| 5. | 2. | 31. | 00. | 32. | 7. |
| 5. | 3. | 31. | 10. | 32. | 11. |
| 5. | 4. | 32. | 00. | 32. | 17. |
| 5. | 5. | 32. | 10. | 33. | 4. |
| 5. | 6. | 33. | 00. | 33. | 7. |
| 5. | 7. | 33. | 10. | 33. | 12. |
| 5. | 8. | 34. | 00. | 33. | 17. |
| 5. | 9. | 34. | 10. | 34. | 3. |
| 5. | 10. | 35. | 00. | 34. | 8. |
| 5. | 11. | 35. | 10. | 34. | 12. |
| 6. | 00. | 36. | 00. | 34. | 17. |
| 6. | 1. | 36. | 10. | 35. | 2. |
| 6. | 2. | 37. | 00. | 35. | 7. |
| 6. | 3. | 37. | 10. | 35. | 12. |
| 6. | 4. | 38. | 00. | 35. | 17. |
| 6. | 5. | 38. | 10. | 36. | 1. |
| 6. | 6. | 39. | 00. | 36. | 6. |
| 6. | 7. | 39. | 10. | 36. | 10. |
| 6. | 8. | 40. | 00. | 36. | 15. |
| 6. | 9. | 40. | 10. | 37. | 00. |
| 6. | 10. | 41. | 00. | 37. | 4. |
| 6. | 11. | 41. | 10. | 37. | 8. |
| 7. | 00. | 42. | 00. | 37. | 13. |
| 7. | 1. | 42. | 10. | 37. | 17. |
| 7. | 2. | 43. | 00. | 38. | 2. |
| 7. | 3. | 43. | 10. | 38. | 6. |
| 7. | 4. | 44. | 00. | 38. | 10. |
| 7. | 5. | 44. | 10. | 38. | 15. |
| 7. | 6. | 45. | 00. | 38. | 19. |
| 7. | 7. | 45. | 10. | 39. | 4. |
| 7. | 8. | 46. | 00. | 39. | 8. |
| 7. | 9. | 46. | 10. | 39. | 12. |
| 7. | 10. | 47. | 00. | 39. | 16. |
| 7. | 11. | 47. | 10. | 40. | 00. |
| 8. | 00. | 48. | 00. | 40. | 5. |
| 8. | 1. | 48. | 10. | 40. | 9. |
| 8. | 2. | 49. | 00. | 40. | 13. |
| 8. | 3. | 49. | 10. | 40. | 17. |
| 8. | 4. | 50. | 00. | 41. | 1. |
| 8. | 5. | 50. | 10. | 41. | 5. |
| 8. | 6. | 51. | 00. | 41. | 9. |
| 8. | 7. | 51. | 10. | 41. | 13. |
| 8. | 8. | 52. | 00. | 41. | 18. |
| 8. | 9. | 52. | 10. | 42. | 2. |
| 8. | 10. | 53. | 00. | 42. | 4. |
| 8. | 11. | 53. | 10. | 42. | 9. |
| 9. | 0. | 54. | 00. | 42. | 14. |
| 9. | 1. | 54. | 10 | 42. | 17. |
| 9. | 2. | 55. | 00. | 43. | 1. |
| 9. | 3. | 55. | 10. | 43. | 4. |
| 9. | 4. | 56. | 00. | 43. | 9. |
| 9. | 5. | 56. | 10. | 43. | 13. |
| 9. | 6. | 57. | 00. | 43. | 17. |
| 9. | 7. | 57. | 10. | 44. | 1. |
| 9. | 8. | 58. | 00. | 44. | 5. |
| 9. | 9. | 58. | 10. | 44. | 9. |
| 9. | 10. | 59. | 00. | 44. | 12. |
| 9. | 11. | 59. | 10. | 44. | 16. |
| 10. | 00. | 60. | 00. | 45. | 00. |

Num.

*Num.* 260. L'uso di questa Tavola potrà ben comprendersi dalla descrizione, e disegno di quella macchinetta, che mi sembra più delle altre adattata per palesarci le forze de' Venti. Più circostanze conviene in essa procurare affinchè sia servibile all'intento. Primieramente, che essa ubbidisca con pochissima resistenza alla direzione del Vento, che soffia. Secondariamente, che essa in una mostra ben graduata, e ben orientata, indichi l'angolo, che fa il Vento colla Meridiana. In terzo luogo che il descritto cerchio, che riguarda soldi □ 100. sia quello, che riceva direttamente l'impulso de' Venti. Inoltre, che a tale impulso siegua il moto di un grave, che ne presenti il peso equivalente. Ma importa più che ogni altro la circostanza, che seguendo qualunque burrasca, o temporale in qualunque ora o di giorno, o di notte ancora senza la presenza dell'Osservatore, l'indice de' pesi resti tal quale era nel colmo della tempesta, affinchè sopravvenendo poi l'Osservatore possa registrare il peso, e poi rimetter l'ordigno, che impediva il moto retrogrado.

*Num.* 261. Tutto questo potrà combinarsi nella fig. XVI., nella quale N *n o* O rappresenta un Torrino collocato in luogo elevato, e non impedito da case alte, e vicine. Esso sia di tal grandezza, che l'Osservatore possa commodamente entrarvi, e stare in piedi per osservare la mostra de' Venti M *m* T *t*, la quale in conseguenza esser dee all'altezza di un uomo, e dar luogo all'Osservatore di ben riguardare la lancetta *a b*, che dee girare intorno al centro C, dove deve arrivare il piede, o pernio inferiore della Banderuola P C. Ed affinchè l'asta della medesima possa facilmente girare, essa oltre il pernio, e tallino inferiore C, deve reggersi attorno ad un cerchio d'ottone

collo-

collocato in H *b*, che sarà il vertice del cono H N *n*, che deve far tetto, e coperta del divisato Torrino. Girando adunque l'Albero P C intorno al rallino C, ed al cerchietto H *b*, si avvolgerà con esso tutta la Banderuola, ed il cerchio delle impulsioni.

Ed affinchè tal cerchio riceva, e comunichi le diverse forze de' Venti, formasi il Telajo A B D G di ferro ben saldato coll'albero. Sono in detto Telajo due traverse a giusta distanza, come B D, F E, che nel mezzo S, *s* son traforate, per poter ricevere l'asse del cerchio K S X, il quale vi deve liberamente trascorrere, ubbidendo alla forza del Vento. Il detto cerchio Q R *q r* sarà di lamiera di ferro fermata a due traverse Q *q*, R *r* di reggetta di ferro. Il suo diametro esser dee di soldi 12 $\frac{3}{7}$ prossimamente, affinchè la sua superficie sia di 100. soldi quadrati. Alle due traverse in K sarà saldato il suo albero, o asse K X, il qual deve scorrere per i detti due trafori S, *s*. Potrà tal asse formarsi di figura piuttosto quadrata, che rotonda, affinchè le spinte de' Venti non facciano girare il cerchio delle impulsioni. E così quadrati pur saranno i due trafori S, *s*.

Per avere la misura delle forze convien trasceglìere una delle staderine a molla spirale delle più esatte, la qual dee collocarsi in *u* V, attaccandola al punto *u* in un bracciolo di ferro Y *u y*, il quale sarà fermato all'albero della Banderuola. Al punto X il suo interno fusto, dove sono le divisioni de' pesi, resta attaccato all'asse del cerchio, per poterne ricevere i suoi moti, tirando infuori il fusto delle divisioni, secondo le diverse impressioni de' Venti.

*Num.* 262. L'effetto della deſcritta macchinetta ſarà, che volgendoſi la Banderuola ſecondo la direzione de' Venti, il cerchio QR, *q r* dee ſempre preſentare al Vento la ſua ſuperficie con direzione perpendicolare. Ed eſercitando queſto la ſua forza contro la ſuperficie circolare, la ſoſpingerà ad allontanarſi dal ſuo Telajo. Ma non potendo ciò ſuccedere ſenza un moto dell'aſſe KX, eſſo eſſendo unito al fuſto della ſtadera, lo tirerà ſeco quanto eſige la forza, che il Vento gl' imprime, finchè la forza elaſtica della ſtadera ſi metta in equilibrio colla forza viva del Vento. E affinchè nel punto di tal equilibrio il fuſto della ſtadera non ſi ritiri all'indietro, è fiſſata nel punto *i* una piccola molla, che giugne in I, dove l'aſſe del cerchio ha i ſuoi denti ſcavati dentro il quadro, e non già prominenti fuori del medeſimo. Così accaderà, che eſſendo il piano de' denti rivolto verſo la ſtadera, ed il loro ſdrucciolo in ſenſo contrario, la molla laſcerà traſcorrere l'aſſe all'infuori, quanto il Vento può traſportarlo; ma giunto a quel ſegno nel momento della maſſima tempeſta non potrà più retrocedere, e così l' Oſſervatore, benchè lontano, avrà tutto il tempo per oſſervare i ſegni e diviſioni della ſtadera elaſtica, per comprendere, qual ſia ſtato il peſo, che ha fatto equilibrio colla forza viva del vento.

Colla certezza di tal peſo, ſi ricorre alla Tavola già calcolata a quella libbra, ed once oſſervate, ed in faccia alla terza colonna ſi ritroverà la velocità, dalla quale era animato il Vento in quel temporale.

*Num.* 263. Altre coſtruzioni, e maniere vi ſono per conoſcere le velocità de' Venti. Ma fra le altre queſta, che ho

de-

descritta mi sembra la più semplice, e di resistenza minore delle altre. Se la stadera elastica fosse difettosa, come spesso succede, essa può rettificarsi prima di metterla in opera. Poichè al suo fusto si possono attaccare delle once, e delle libbre, e notare, se le sue divisioni ben corrispondono a pesi aggravati.

Per diminuire l'effetto, che il Vento può produrre strisciando sul Telajo ABDG, prima di attaccare il cerchio, può detto telajo farsi assai piccolo, e molto minore, che non dimostra la figura, ed al contrario allora il cerchio sarà molto maggiore rispetto al primo, e così minore alterazione riceverà dallo stesso telajo. Tralascio altre considerazioni, che tendono a perfezionare questo nuovo Anemometro, non essendo questo l'oggetto principale di questo mio trattato, che è stato composto per le Sperienze Idrometriche.

*Num.* 246. Per terminare con esse le mie presenti ricerche, non ometterò che questa macchinetta adoperandola a rovescio, cioè collocando sotto la superficie dell'acqua la Ventola, che ora è al di sopra, può utilmente servire per misurare le velocità de' Fiumi a qualunque Strato profondo. Poichè abbassando tal Ventola all' ingiù, quanto conviene, essa da se stessa si volgerà al filo della corrente. Questa ne sospingerà il cerchio, il quale scostandosi col suo asse tirerà dietro a se il fusto de' pesi, il quale dalla molla, e dentatura sarà sempre fermato al maggiore impulso di quello Strato. Onde richiamando all'insù la Ventola, si scorgerà dalle divisioni la forza della corrente, e colle Tavole Idrauliche da me calcolate, se ne dedurrà la velocità.

Ed affinchè nel ritirare all'insù la Ventola, resti costante la divisione del fusto, basterà girar l'albero in modo, che venga essa all'insù contro la corrente, nel quale stato l'asse del cerchio resterà immobile, e perciò l'Osservatore noterà il punto della divisione de' pesi nel suo vero segno, quando era alla data profondità delle acque correnti.

IN-

# INDICE

## DELLE MATERIE

*Contenute sotto i Numeri Marginali.*



10. Se-

22. Quar-

re

## LIBRO SECONDO.

*Delle varie riduzioni, che competono alle Sperienze del Libro I.*



 55. Cal-

66. Si

94. Che

LI-

## LIBRO TERZO.

*Risultati dedotti dalle presenti Sperienze Idrauliche.*



121. Si

dedot-

141. Teo-

168. Pri-

203. Epi-

212. Ri-

218. Con-

*IL FINE.*

*Nota delle correzioni da farsi alla presente Opera.*

| PAGINA | VERSO | ERRORI | CORREZIONI |
|---|---|---|---|
| 2. | 13. | ON | OX |
| 5. | 3. | Calo | Loco |
| 9. | 20. | tale | tali |
| 13. | 23. | Mercante Sig. Bertoul | Meccanico Sig. Bertoud. |
| 19. | 27. | 50° $\frac{1}{2}$ | 52° $\frac{1}{2}$ |
| 21. | 28. | a 103. | a 100. |
| 23. | 3. | N.° 14. Per ottenere | N.° 14. Esp. I. Per ottenére |
| 29. | 2. | 52.° | 53.° |
| 30. | 17. | 21.° | 2.° |
| 30. | 27. | tra 66.° e 68° $\frac{1}{4}$ media 67.° 7′ $\frac{1}{2}$ | tra 53°, e 56.° media 54.° 30′ |
| 41. | 27. | 79° 3 | 79° $\frac{3}{4}$ |
| 42. | 14. | 33.° 45′ | 53.° 45′ |
| 48. | 20. | 91.° | 9 $\frac{1}{2}$ |
| 50. | 9. | 61.° | 61° $\frac{1}{2}$ |
| 53. | 22. | 40.° | 48.° |
| 54. | 17. | 87° $\frac{1}{2}$ | 37° $\frac{1}{2}$ |
| 55. | 7. | 52.° 30′ | 57.° 30′ |
| 57. | 18. | della | dalla |
| 59. | 22. | 49.° | 49° $\frac{1}{2}$ |
| 62. | 12. | 71° $\frac{1}{2}$) 68.° 56′ | 70° [illegible]) 68.° 41′ |
| 63. | 8. | 63° $\frac{3}{4}$) 62.° 10′ | 63° $\frac{1}{2}$) 61.° 55′ |
| 64. | 6. | 57° | 57° $\frac{1}{2}$ |
| 64. | 22. | 58.° 4 | 38.° |
| 67. | 4. | 45° $\frac{3}{4}$ | 45° $\frac{1}{8}$ |
| 68. | 11. | 4° $\frac{1}{8}$ | 4° $\frac{1}{3}$ |
| 68. | 13. | [illegible] | [illegible] |
| 70. | 16. | 56° [illegible] | 56° [illegible] |
| 78. | 16. | 71° [illegible] | 70° [illegible] |
| 78. | 20. | 57° [illegible] | 57° [illegible] |
| 78. | 21. | 58° | 58° [illegible] |
| 79. | 16. | 87.° 4 | 37° [illegible] |
| 81. | 23. | 56. | 56° $\frac{1}{2}$ |
| 81. | 24. | 58.° 54′ | 58.° 32′ $\frac{1}{2}$ |
| 90. | 22. | Onde essendo tal linea | Onde sarebbe tal linea |
| 92. | 24. | 20.0 | 200. |
| 94. | 7. | già | sia |
| 104. | 10. | e | è |
| 122. | 14. | da | dal |

| Pagina | Verso | Errori | Correzioni |
|---|---|---|---|
| 142. | 2. | 545. | 575. |
| 142. | 3. | 5 | S |
| 146. | 17. | N.° | N.° 47. |
| 148. | II. della Tavola | 10. 30. | 10 50. |
| 158. | 17. | scu prisce | scuoprisse |
| 173. | 20. | degli | dagli |
| 173. | 20. | dedurlo | dedurla |
| 173. | 26. | ferre | ferro |
| 174. | 11. | R | L |
| 175. | 9. | VII. | VI. |
| 175. | 25. | N | N n |
| 176. | 10. | E suppongasi semidiametro | E suppongasi il semidiametro |
| 181. | 23. | concepire | concepirne |
| 182. | 15. | in essi | in esso |
| 186. | 1. | si rintracciano | si ricercano |
| 186. | 12. | avviamenti | avanzamenti |
| 195. | 16. | ICP | CIF |
| 199. | 15. | come Aaaa | come Aaaa (Fig. XII.) |
| 209. | 17. | (essendo qui inutili le frazioni | (essendo quì inutili le frazioni) |
| 216. | XV. della Tavola colon. 4. | → o. 57. | → o. 23. |
| 274. | III. della Tavola colon. 3. | 38. 00. | 38. 30. |
| 289. | 3. | deloc tà | velocità |
| 291. | 24. | facciasi la specifica gravità, come 850 : 1 | facciasi la specifica gravità dell' acqua a quella dell' aria, come 850 : 1 |
| 303. | 26. | indirizzata | indirizzata alla ricerca degli Strati inferiori del fluido |

# TAVOLA I.

Fig. IV.

Fig. VII.

Fig. VIII.

TAVOLA II.

Fig: XI